



RELATÓRIO

FASE 1 | MARÇO 2020

Modelação do Balanço Energético da Cidade de Lisboa

Cartografia
de Vulnerabilidade Térmica:
Mapeamento dos Efeitos
das Ondas de Calor em Lisboa
Face às Projecções Climáticas



ONDAS de CALOR LISBOA

Em parceria com:



Cofinanciado por:





Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

De acordo com o **Contrato de Aquisição de Serviços Nº 19042286** designado “Aquisição de serviços para a Modelação do Balanço Energético da Cidade de Lisboa” estabelecido entre o **Município de Lisboa** e a **Lisboa E-Nova – Agência de Energia e Ambiente de Lisboa**, no dia 1 de julho de 2019,

Apresenta-se o **Relatório da Fase 1** de acordo com a Cláusula 3.^a e os pontos 1. e 2. da Parte II – Especificações Técnicas do respetivo Caderno de Encargos.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

FICHA TÉCNICA

Coordenador	Maria João Rodrigues
Membro da Equipa	Sara Freitas

Índice

Índice de Figuras	5
Índice de Tabelas.....	7
1. Introdução e enquadramento	8
1.1 Balanço energético.....	8
1.2 Ilha de calor urbano	9
1.3 Medidas de mitigação/adaptação da ICU	11
1.3.1 Pavimentação.....	12
1.3.2 Revestimento do edificado	13
1.3.3 Massas de água	13
1.3.4 Coberto vegetal.....	14
1.3.5 Tráfego rodoviário.....	15
1.3.6 Configuração do edificado	16
2. Registos de variáveis antropogénicas	19
2.1 Matriz de energia	19
2.2 Intensidade de tráfego automóvel.....	20
2.3 Consumos de eletricidade georreferenciados	22
2.4 Potencial solar fotovoltaico.....	23
3. Simulação microclimática.....	26
3.1 ENVI-met	26
3.1.1 BioMet.....	27
3.2 Dados climáticos.....	28
3.3 Área crítica: Praça do Município	30
3.3.1 Cenário Base.....	31
3.3.2 Cenários Medidas.....	34
3.3.3 Recomendações	36
3.4 Área crítica: Alta de Lisboa.....	37
3.4.1 Cenário Base.....	38
3.4.2 Cenários Medidas.....	42
3.4.3 Recomendações	43
4. Referências.....	45
Anexos.....	50
1. Caracterização dos materiais dos edifícios e pavimentos.....	50
2. Resultados das simulações microclimáticas: Cenário Base, Praça do Município.....	51
3. Resultados das simulações microclimáticas: Medidas, Praça do Município.....	52
4. Resultados das simulações microclimáticas: Cenário Base, Alta de Lisboa	53
5. Resultados das simulações microclimáticas: Medidas, Alta de Lisboa	54

Índice de Figuras

<i>Figura 1 – Fluxos de materiais e energia numa área urbana. [1]</i>	8
<i>Figura 2 – Componentes do balanço radiativo numa zona rural (a) e numa zona urbana (b). [19]</i>	
<i>Figura 3 – Características do ambiente urbano que contribuem para o efeito de ilha de calor. Adaptado de [2].....</i>	10
<i>Figura 4 – Diferenças de permeabilidade em betão [9] e pintura do asfalto para aumentar o seu albedo [11].</i>	12
<i>Figura 5 – Diferenças nos fluxos de calor entre uma cobertura escura e uma clara [13].</i>	13
<i>Figura 6 – Exemplo de massas de água no meio urbano: natural [19] e artificial [20].</i>	14
<i>Figura 7 – Exemplos de estratégias de arrefecimento evaporativo por sprays de água: integrados em toldos acima da altura de uma pessoa [1] e em estruturas no solo à abaixo da altura de uma pessoa [23].</i>	14
<i>Figura 8 – Balanço radiativo de um elemento arbóreo (esquerda) e abrangência do seu efeito de arrefecimento em função da distância e dimensão (direita).</i>	15
<i>Figura 9 – Imagens térmicas realçam as superfícies quentes e os pontos de libertação de calor pelos veículos. [27]</i>	16
<i>Figura 10 – Sombreamento por células solares integradas em pérgola [30] e por toldos [31]. .</i>	17
<i>Figura 11 – Distribuição das medidas revistas na literatura científica, por tipo de estudo (esquerda) e tipo de clima (direita).</i>	17
<i>Figura 12 – Desagregação dos consumos de energia final (esquerda) e das emissões de CO₂ (direita) anuais, por setor de consumo, em Lisboa, de 2008 a 2017. [60]</i>	20
<i>Figura 13 – Fluxo automóvel em cada troço da cidade na hora de ponta da tarde. Zoom feito à zona da Baixa de Lisboa.</i>	21
<i>Figura 14 – Exemplo de um diagrama de carga num PT (círculo azul), representando a frequência dos consumos ao longo de um ano [62]. Edificado a cor de rosa.</i>	23
<i>Figura 15 – Mapa de exposição solar das coberturas na freguesia de Santa Maria Maior.....</i>	23
<i>Figura 16 – Média do aumento de temperatura entre o cenário com fotovoltaico nas coberturas e o cenário sem fotovoltaico.</i>	24
<i>Figura 17 – Distribuição da diferença de temperatura entre o cenário com fotovoltaico nas coberturas e o cenário sem fotovoltaico, para as 20h e a uma altura de 1.8m.</i>	25
<i>Figura 18 – Variação diária da PET na segundo dados da rede de monitorização de Oberhausen, na Alemanha (esquerda) e respetiva perceção e stress térmico correspondente (direita). [1]</i>	27
<i>Figura 19 – Temperatura do ar e Velocidade do vento (colunas) na série sintética (azul) e na série experimental (laranja), para os dias de análise e respetivas 24h antecedentes (linhas). ..</i>	29
<i>Figura 20 – Área de estudo na Praça do Município: a) perspetiva aérea retirada do GoogleEarth® e delimitação do quarteirão de interesse, e b) modelo 3D correspondente em ENVImet.....</i>	30
<i>Figura 21 - Materiais considerados (esquerda) na caracterização do modelo 3D na área da Praça do Município (direita).</i>	31
<i>Figura 22 – Modelo digital 3D da Praça do Município com introdução das medidas de mitigação/adaptação.</i>	35
<i>Figura 23 - Área de estudo na Praça do Município: a) perspetiva aérea retirada do GoogleEarth® e delimitação do quarteirão de interesse, e b) modelo 3D correspondente em ENVImet.....</i>	37

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Figura 24 - Materiais considerados (esquerda) na caracterização do modelo 3D da área na Alta de Lisboa (direita)..... 38

Figura 25 - Modelo digital 3D da Alta de Lisboa com introdução das medidas de mitigação/adaptação..... 42

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 – Desvios entre a série (48h) sintética e a experimental dos parâmetros temperatura do ar e velocidade do vento.</i>	29
<i>Tabela 2 – Praça do Município, Cenário Base: Temperatura das superfícies, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edifício representado a preto. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.</i>	32
<i>Tabela 3 – Praça do Município, Cenário Base: Temperatura do ar calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Intensidade do vento representado por setas. Edifício representado a preto. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.</i>	33
<i>Tabela 4 - Praça do Município, Cenário Base: Temperatura fisiológica equivalente (PET) calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edifício representado a preto. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.</i>	34
<i>Tabela 5 - Paços do Concelho: variação da temperatura das superfícies, temperatura do ar e PET calculada a uma altura de 1.5m (linhas) entre os cenários Base e Medidas (colunas), para as 14h do dia de onda de calor.</i>	35
<i>Tabela 6 – Alta de Lisboa, Cenário Base: Temperatura das superfícies calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edifício representado a preto. Elementos arbóreos delimitados. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.</i>	39
<i>Tabela 7 – Alta de Lisboa, Cenário Base: Temperatura do ar calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Intensidade do vento representado por setas. Edifício representado a preto. Elementos arbóreos delimitados. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.</i>	40
<i>Tabela 8 – Alta de Lisboa, Cenário Base: Temperatura fisiológica equivalente (PET) calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edifício representado a preto. Elementos arbóreos delimitados. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.</i>	41
<i>Tabela 9 – Alta de Lisboa: variação da temperatura das superfícies, temperatura do ar e PET calculada a uma altura de 1.5m (linhas) entre os cenários Base e Medidas (colunas), para as 14h do dia de onda de calor.</i>	43

1. Introdução e enquadramento

Os efeitos da urbanização no ambiente estão presentes de forma mais ou menos perceptível de cidade para cidade, não sendo trivial a descrição e a quantificação do seu impacto dada a complexidade dos processos atmosféricos envolvidos. O clima urbano surge então como uma modificação inadvertida do clima, ou seja, um resultado não intencional da atividade humana na atmosfera a nível local, podendo estender-se à escala regional ou mesmo global. Geralmente ao clima urbano estão associados valores de temperatura do ar mais elevados do que na periferia das cidades: o chamado efeito de ilha de calor urbana (ICU), cuja magnitude varia de zona para zona dentro de uma cidade. A ICU é um fenómeno que nos últimos anos tem merecido especial atenção, nomeadamente do ponto de vista de saúde pública, uma vez que os períodos de temperaturas elevadas tendem a ser exacerbados nas áreas urbanas.

O estudo apresentado neste relatório, após um primeiro capítulo de introdução teórica e contextualização do problema (Capítulo 1), aborda os registos de algumas variáveis com implicações no balanço energético na cidade passíveis de serem integrados em exercícios de simulação física e estatística (Capítulo 2), descrevendo em seguida a simulação microclimática feita à situação atual em duas áreas críticas e incluindo medidas de redução das temperaturas (Capítulo 3), terminando esse capítulo com algumas recomendações.

1.1 Balanço energético

O clima urbano está intrinsecamente ligado ao conceito de metabolismo urbano (em analogia com um organismo vivo) e consiste no fluxo e transformação de materiais e energia numa cidade, sendo uma consequência do mesmo. O metabolismo urbano envolve uma componente relativa ao fluxo de materiais e outra ao fluxo de energia, tal como ilustrado na *Figura 1*, onde estão contidos: a entrada de recursos (ar, alimentos, água, combustíveis, matérias primas, energia); a transformação dos mesmos (fluxos internos e acumulação); e a saída dos produtos e/ou resíduos resultantes dessa transformação (ar modificado, gases com efeito de estufa, calor desperdiçado, partículas poluentes, resíduos sólidos e líquidos, artigos fabricados). Dentro destes fluxos, são os internos que têm um impacto mais direto no efeito de ilha de calor urbano (UCI), nomeadamente os fluxos de calor, ou seja, o balanço radiativo.

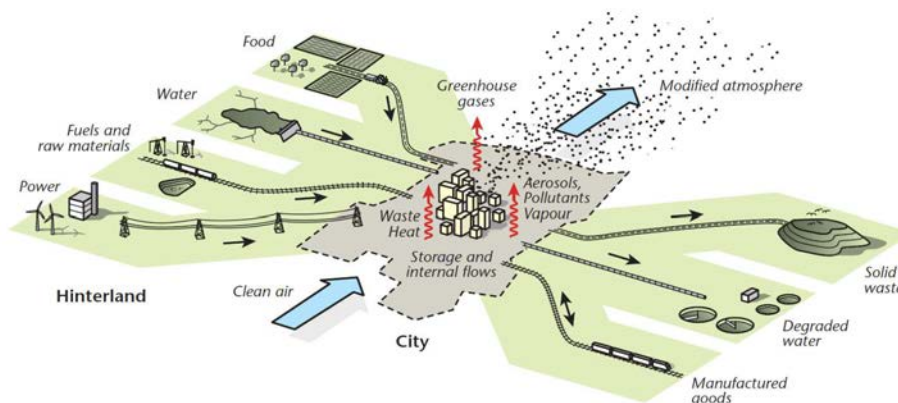


Figura 1 – Fluxos de materiais e energia numa área urbana. [1]

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

O balanço radiativo descreve os fenómenos de troca de energia sob a forma de calor entre a atmosfera e as superfícies urbanas através dos mecanismos de condução (das superfícies mais quentes para as menos quentes), de convecção (turbulência em fluidos, o mais frio/denso desce e o mais quente/menos denso sobe, ou entre fluidos e superfícies, do mais quente para o mais frio) e de radiação (absorção, reflexão, transmissão e emissão da radiação solar pelas superfícies e fluidos).

O grau de urbanização de uma área influencia o balanço radiativo (Q^*), representado na Figura 2. Pode observar-se que numa área não construída estão presentes os fluxos turbulentos de calor sensível (Q_E) – relativo à mudança de temperatura da matéria – e de calor latente (Q_H) – relativo à mudança de estado da matéria – entre a superfície e a atmosfera, e o fluxo de calor sensível (Q_G) da superfície para os substratos no solo por condução. Por sua vez, o balanço radiativo numa área construída torna-se mais complexo, dada a adição de três tipos de fluxo de calor: o antropogénico (Q_F) – relativo à transformação de energia química e/ou elétrica em calor pelas atividades humanas; a advecção (ΔQ_A) – relativo à transferência de calor de/para o vento ao atravessar as estruturas urbanas; e a inércia térmica (ΔQ_S) – relativo à retenção do calor pelas mesmas.

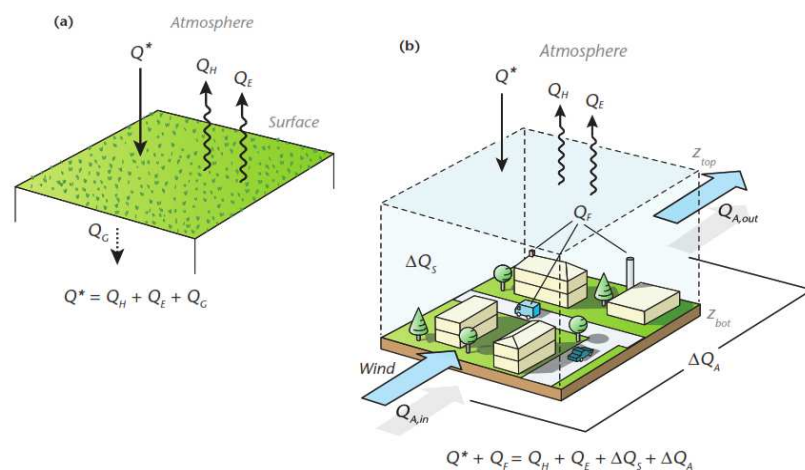


Figura 2 – Componentes do balanço radiativo numa zona rural (a) e numa zona urbana (b). [1]

Tipicamente, quando o fluxo de calor sensível é superior ao latente dá-se um aquecimento do ar junto do solo e dos edifícios, e vice-versa. Durante a noite, quando não há radiação solar e é promovido um arrefecimento das áreas urbanas, os sentidos dos fluxos invertem. Porém, certos fatores inerentes ao ambiente urbano podem prevenir a inversão de alguns destes fluxos ou reduzir a sua magnitude, motivando que o calor em excesso fique retido nas cidades em vez de ser dissipado para a atmosfera. Dá-se, assim, o efeito de ilha de calor urbano.

1.2 Ilha de calor urbano

Décadas de investigação mostram que as cidades geralmente estão mais quentes do que as suas envolventes - um fenómeno conhecido por ilha de calor urbano (ICU). De acordo com a sua abrangência geográfica e atmosférica e com os fluxos energéticos envolvidos, a ICU pode ser classificada em quatro tipos [1], que provocam diferenças a nível:

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

- dos padrões de temperatura entre as camadas de solo por baixo da cidade e as camadas equivalentes do solo nas envolventes - ICU no subsolo;
- das temperaturas entre a interface ar urbano-superfícies urbanas e a interface ar rural-solo rural - ICU de superfície;
- das temperaturas entre o ar contido na UCL¹ e o ar contido na camada equivalente no meio rural - ICU na camada de canópia urbana;
- das temperaturas entre o ar contido entre o topo da UCL e o topo da UBL² e o ar contido na camada equivalente no meio rural - ICU na camada limite urbana.

Conforme descrito na secção anterior, a ICU origina-se devido às alterações que o desenvolvimento urbano provoca no balanço radiativo pré-urbano no local onde uma dada cidade foi erguida. Estas alterações (*Figura 3*) são, nomeadamente:

- pavimentos escuros e impermeáveis – grandes absorvedores e emissores de calor e redutores da humidade no solo e à superfície, originando altas temperaturas nas superfícies;
- coberturas dos edifícios escuras – propiciam a absorção da radiação solar, em vez da sua reflexão, e emissão de calor para o ar exterior e interior;
- materiais do edificado – grande capacidade para reter calor e mais tarde libertá-lo;
- ruas compactas e edificado alto – sequestram o calor emitido pelo edificado e pelas estradas, reduzem o arrefecimento por convecção e advecção, e promovem reflexões da radiação;
- arvoredo reduzido – baixa criação de sombreamento e de arrefecimento do ar através da evapotranspiração e advecção;
- fontes de calor antropogénicas – libertam calor devido à queima de combustível, à libertação de gases quentes industriais e ao uso de equipamentos elétricos;
- ar exterior quente, poluído e húmido – aumenta a dispersão e absorção da radiação solar de baixo comprimento de onda (visível) e as absorção e emissão da radiação de alto comprimento de onda (infravermelho).

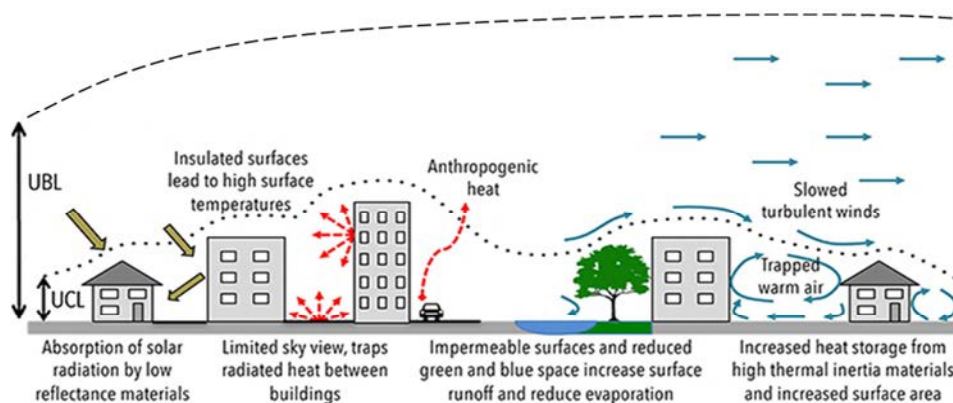


Figura 3 – Características do ambiente urbano que contribuem para o efeito de ilha de calor. Adaptado de [2].

¹ Camada de canópia urbana, do inglês *urban canopy layer* (UCL), é a atmosfera situada entre o solo urbano e o topo das coberturas dos edifícios.

² Camada limite urbana, do inglês *urban boundary layer* (UBL), é a atmosfera perturbada pela presença da cidade, situada entre o solo urbano e a baixa troposfera.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

As condições ambientais da UCL são dinâmicas e altamente variáveis em distâncias muito curtas, sendo as que impactam mais diretamente na saúde e bem-estar dos habitantes numa cidade. A combinação das inúmeras variáveis na UCL pode resultar em stress térmico, ao qual o corpo humano, na procura por manter o seu próprio balanço energético, responde criando tensões: temperaturas ambiente muito baixas levam o corpo a gerar calor internamente e a limitar a sua perda, enquanto que as temperaturas mais altas o fazem maximizar a perda do calor. Os mecanismos envolvidos nesta regulação são radiativos (emissão de infravermelho) e convectivos (trocas de calor entre o ar e a superfície da pele), podendo acrescentar-se a condução do calor através do vestuário. É de salientar que, apesar de geralmente involuntários, estes mecanismos estão também sujeitos à ação da componente psicológica, inerente a cada indivíduo e, portanto, de extrema importância no que diz respeito à sensação térmica.

Não é regra que à ICU esteja sempre associado um stress térmico devido ao calor, uma vez que as alterações ao ambiente impostas pela presença da cidade também envolvem vantagens: as cidades cujo clima é predominantemente frio podem beneficiar do efeito ICU. No entanto, é evidente que as alterações climáticas levam ao aumento das temperaturas a nível global e a uma maior frequência de ondas de calor, exacerbando o stress térmico relacionado com o calor e os seus impactos, imediatos ou de médio/longo prazo, no bem-estar humano, em áreas tão diversas como: qualidade do sono, hábitos de consumo alimentares, atividade física, capacidade de concentração, patologias psicológicas, doenças cardiovasculares e respiratórias, fertilidade, produtividade laboral, micro e macroeconomia.

O fenómeno de ICU começa a estar presente não só nas cidades caracteristicamente quentes como também se começa a expandir para norte, pelo que os ambientes urbanos existentes e as novas construções devem ser geridos numa perspetiva de adaptação a este novo paradigma, contemplando um design de soluções que beneficie o conforto térmico das pessoas – mesmo que não seja possível tornar um determinado espaço exterior termicamente confortável, devem ser pensadas medidas que reduzam o stress térmico nesse espaço e prolonguem o seu período de fruição.

1.3 Medidas de mitigação/adaptação da ICU

Fazer face ao efeito ICU envolve decisões a nível da microescala, envolvendo o edificado, os transportes e os espaços exteriores adjacentes que mais impactam no conforto térmico local. Porém, a secção anterior remete para a impossibilidade de se criar um microclima exterior que seja confortável para todos os seus utilizadores, pelo que o design de soluções deve contemplar uma resposta aos vários parâmetros climáticos. Cidades densamente povoadas beneficiam particularmente de configurações urbanas multi-funcionais, onde os habitantes possam optar pelos espaços exteriores ao invés de se refugiarem no interior dos edifícios para evitar os impactos das altas temperaturas. Por outro lado, é importante proporcionar espaços públicos que proporcionem arrefecimento aos cidadãos que não tenham meios financeiros para adquirir sistemas de arrefecimento ou capacidade para se deslocar a edifícios públicos arrefecidos.

As medidas que permitem reduzir de forma mais permanente o desconforto térmico num espaço exterior contemplam alterações mais substanciais, tais como a utilização de pavimentos permeáveis e revestimentos refletivos, introdução de cobertura vegetal ou mudança na geometria dos elementos urbanos. Contudo, quando o problema tem uma natureza pontual ou existem condicionantes à modificação do ambiente exterior, geralmente opta-se por medidas de arrefecimento mais imediatas como a criação de sombreamentos,

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

rega de pavimentos e sprays de água em locais acessíveis. Neste sentido, a alteração das próprias funções urbanas também pode ser eficaz na gestão do uso da energia e na emissão de calor e poluentes (por exemplo, a regulação do tráfego automóvel em zonas críticas da cidade).

1.3.1 Pavimentação

Os materiais das estradas, tipicamente de cor escura, são um dos principais elementos absorvedores da componente infravermelha da radiação solar direta e da refletida pelas envolventes, emitindo posteriormente o calor armazenado durante longos períodos, aquecendo o ar em ambiente urbano. Uma das medidas a estudar é a substituição do piso convencional por um mais claro, que reflete para a atmosfera a radiação solar (visível e térmica), ou um equivalente em cor mais refletor da radiação infravermelha, através de pigmentos – conhecidos por *cool* ou *cool-colored pavements* [3]. Estudos realizados na Califórnia apontam para reduções entre 0.2 a 0.9°C na temperatura do ar à superfície para um aumento de 40% no albedo do pavimento [4]. Impactos da mesma ordem foram simulados para Montreal [5] e Roma [6].

Por outro lado, também devem ser tidos em conta os passeios e percursos pedonais. Estes são habitualmente constituídos por materiais de cores mais claras, não contribuindo para o desconforto térmico no ambiente urbano, mas podendo, no entanto, causar desconforto visual dada a alta reflexão da luz visível.

Um aspeto relativo aos pavimentos rodoviários prende-se com a qualidade da interação veículo-pavimento, que pode levar ao consumo excessivo de combustível e aumentar o calor gerado na interface entre os pneumáticos e a estrada. São dois os parâmetros principais nesta questão: a rugosidade – quanto mais irregularidades existirem num pavimento, maior será a dissipação de energia no sistema de amortecimento do veículo – e a deflexão – um tipo de deformação no pavimento que faz com a circulação se dê como que num micro declive permanente, sendo nos climas mais quentes que se verifica maior deflexão dos pavimentos asfálticos [7].

O consumo supérfluo de combustível devido à qualidade do pavimento não é perceptível pelo comum condutor, porém, no acumulado dos milhares de veículos que circulam diariamente numa cidade, pode traduzir-se num desperdício na ordem dos milhões de litros por ano. Neste sentido, o piso em betão (ou mistura de betão reciclado e escória) apresenta-se como uma alternativa ao asfalto [8,9] que, se for poroso (*Figura 4*), poderá beneficiar a gestão das águas pluviais e a redução do ruído devido ao tráfego [10]. Uma maior refletividade também é uma vantagem face ao asfalto, sendo que ambos podem ainda ser pintados para promover um aumento do albedo das estradas.

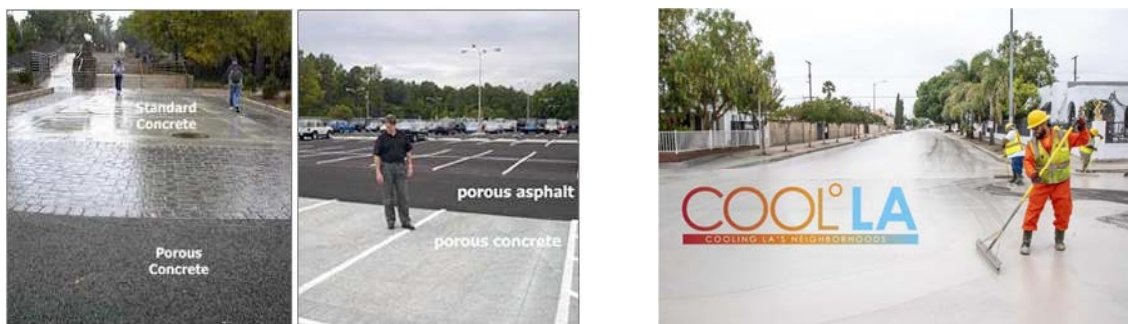


Figura 4 – Diferenças de permeabilidade em betão [9] e pintura do asfalto para aumentar o seu albedo [11].

1.3.2 Revestimento do edificado

Da mesma forma que os pavimentos convencionais de cor escura absorvem mais radiação solar térmica e emitem mais calor, também as superfícies (telhados e fachadas) dos edifícios o fazem. O aquecimento de um telhado tem consequências diretas no conforto térmico no interior do respetivo edifício, e consequentemente nos consumos de eletricidade para arrefecimento. Já a fachada de um edifício é também propícia à absorção do calor emitido pelos pavimentos e a fenómenos de reemissão/interreflexão com as fachadas dos edifícios em redor, ocorrendo o sequestro de calor no interior de certas configurações urbanas (altura dos edifícios *versus* largura das estradas e fator de céu visível) e condições climáticas.

A estratégia neste caso é semelhante à dos pavimentos, isto é, optar por cores mais claras nos telhados e fachadas, com o acréscimo de ser indesejada a absorção excessiva e retenção do calor pelas superfícies. A utilização de materiais que, além de bons refletores da luz solar, sejam bons emissores térmicos pode ser conseguida através de tecnologias de *cool roofs/walls* [12]. Porém, novamente se chama a atenção para o desconforto visual causado principalmente por fachadas muito claras e/ou metálicas, sendo, por isso, aconselhável uma tecnologia *cool-colored* de reflexão difusa.

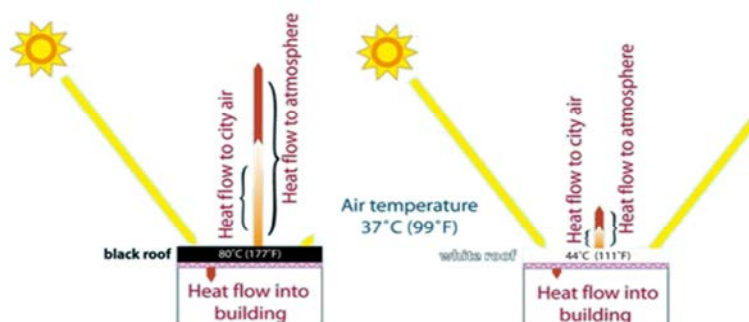


Figura 5 – Diferenças nos fluxos de calor entre uma cobertura escura e uma clara [13].

Outra solução que começa a ser estudada é a instalação de painéis solares fotovoltaicos nos edifícios, que, além de sombrearem as superfícies dos edifícios onde estão instalados, convertem parte da radiação solar incidente em eletricidade. No entanto, a parte absorvida que não é convertida é dissipada como calor pela parte traseira dos painéis, o que pode contribuir para o aquecimento das superfícies onde estão instalados. Esta questão é ainda pouco documentada, sendo apenas discutida com base em simulações computacionais com pouco detalhe da envolvente urbana (dada a complexidade dos modelos). Estudos existentes para diversos locais no mundo – Tianjin, Los Angeles [14], Phoenix e Tucson [15], Paris [16], Osaka [17] – indicam um decréscimo no consumo de eletricidade para arrefecimento interior no verão e um ligeiro aumento para o aquecimento no inverno, dependendo pois das condições climáticas locais, da eficiência de conversão dos painéis e dos materiais de construção presentes nas fachadas e telhados. Detalhes adicionais acerca de aliar o potencial fotovoltaico à mitigação/adaptação dos efeitos de ilha de calor urbano são apresentados na seção 2.4.

1.3.3 Massas de água

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

A presença de massas de água, estáticas ou dinâmicas, pode ser natural ou artificial (*Figura 6*). Estes elementos têm, além de um efeito estético, um papel relevante na regulação do conforto térmico exterior dada a sua elevada inércia térmica. Esta permite-lhes atuar como um buffer em variações de temperatura e intervalos de tempo moderados, e no arrefecimento evaporativo, ao absorverem radiação infravermelha na sua mudança de fase líquida para gasosa. Um mau dimensionamento pode, porém, levar a aquecimento noturno em dias críticos [18].

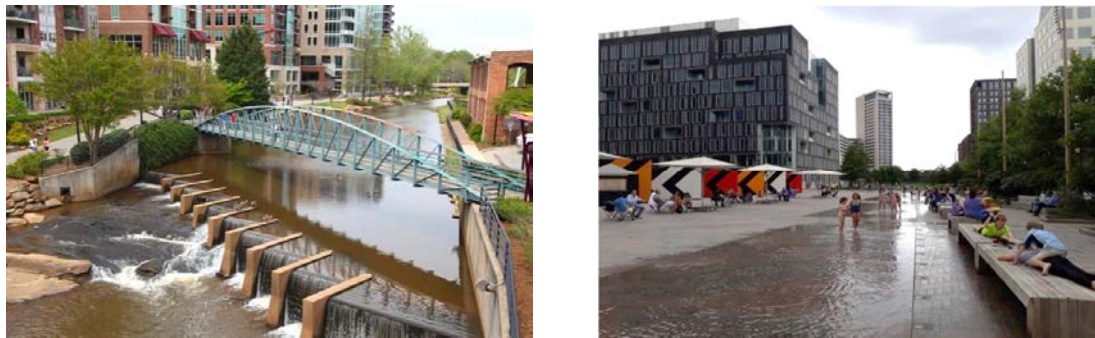


Figura 6 – Exemplo de massas de água no meio urbano: natural [19] e artificial [20].

Uma tendência observada nas grandes cidades com ocorrência de ondas de calor severas é a instalação de estruturas de arrefecimento evaporativo por sprays de água [21]. É uma técnica que recorre à pulverização de finas gotículas de água à pressão que evaporam quase imediatamente após a sua libertação para o ar, envolvendo baixos consumos de água. As gotículas podem ou não entrar em contacto com as pessoas, dependendo da altura à qual estão instalados, do diâmetro das gotículas, da taxa de emissão dos bocais e das condições de humidade e temperatura ambiente [22]. Em sistemas inteligentes é possível programar a taxa e o horário de funcionamento em função das condições climáticas. Estes sistemas, além de arrefecerem o ar, contribuem para o bem-estar no exterior também pela sua ação atenuadora da radiação solar e de poeiras e repelente de insetos, possibilitando uma integração criativa e harmoniosa nos edifícios, mobiliário urbano, entre outras estruturas (*Figura 7*).



Figura 7 – Exemplos de estratégias de arrefecimento evaporativo por sprays de água: integrados em toldos acima da altura de uma pessoa [1] e em estruturas no solo à abaixo da altura de uma pessoa [23].

1.3.4 Coberto vegetal

Uma das medidas mais comuns é a colocação estratégica de árvores para sombreamento de locais específicos ou em jardins de maior envergadura. Estes últimos têm um efeito

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

significativo na atenuação do stress térmico ao nível da UBL, mas apenas quando a sua dimensão, abrangência e geometria é suficiente para aumentar a rugosidade superficial (*Figura 8*), que por sua vez conduz a uma convecção do ar mais eficaz[24]. O arrefecimento baseado na evapotranspiração, por seu lado, atua principalmente ao nível da UCL e localmente.

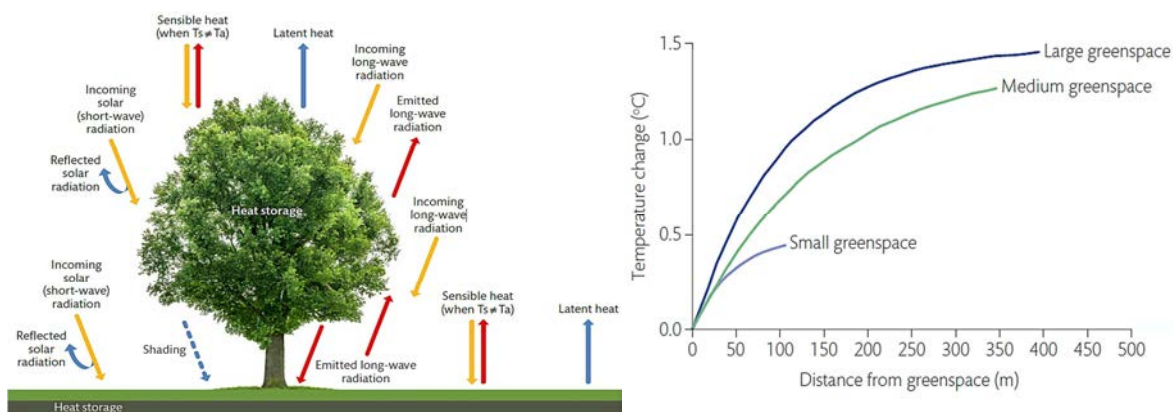


Figura 8 – Balanço radiativo de um elemento arbóreo (esquerda) e abrangência do seu efeito de arrefecimento em função da distância e dimensão (direita).

Os espaços verdes, tais como relvados ou prados biodiversos, contribuem também de forma relativa para tornar o ambiente urbano mais “claro”, sendo que os segundos consomem menor quantidade de água. Assim como as coberturas/fachadas verdes, que acrescentam uma nova funcionalidade à área disponível nos telhados e fachadas, permitindo não só reduzir a dispersão de poluentes no ar e alterar a temperatura local como também proporcionar um espaço de qualidade aos utilizadores dos edifícios e conferir uma função estética [25].

1.3.5 Tráfego rodoviário

Uma das principais fontes de calor antropogénico deve-se à circulação de veículos, cujos motores ao queimarem o combustível com o ar, libertam através do tubo de escape gases poluentes, calor sensível e vapor de água (*Figura 9*). Este fenómeno é um dos que mais contribui para a severidade do efeito de ICU, especialmente nas grandes cidades - ruas principais, intersecções e nos seus acessos - onde os padrões da libertação de calor seguem os padrões de circulação diários e semanais. Quanto maior o volume de tráfego maior será a quantidade de calor libertado, podendo dar-se a sua dispersão de forma lenta devido à complexidade da rede viária e à compacidade das ruas. Por outro lado, o tipo de condução e os comportamentos durante a mesma, especialmente em situações de pára-arranque na cidade, têm também impacto na eficiência da combustão e consequentemente na libertação de calor e emissões poluentes [26].

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação



Figura 9 – Imagens térmicas realçam as superfícies quentes e os pontos de libertação de calor pelos veículos. [27]

Neste campo, as medidas adotadas visam essencialmente o controlo do tráfego rodoviário, tais como a restrição à circulação de veículos em certas horas ou dias da semana ou na sua totalidade, proibição de circulação em áreas críticas da cidade a veículos anteriores a uma certa data ou movidos a certos tipos de combustível. Além disto, são também feitas campanhas de sensibilização e incentivos à mobilidade livre de emissões (p.e. bicicletas), à mobilidade partilhada (p.e. *car sharing* ou *car pooling*), ao uso de transportes públicos e à adoção de carros elétricos.

É de notar que as medidas de controlo do tráfego envolvem um alto grau de complexidade na sua conceção, e nem sempre são de fácil aceitação pelo público, envolvendo um conhecimento dos fluxos de tráfego na cidade em função do tempo [28]. Estes fluxos podem ser estimados/monitorizados por via de dois tipos de modelos:

- microscópicos - estimam o comportamento individual de cada veículo através da recolha de dados esporádicos da sua localização (p.e. por GPS) para construir a sua trajetória. Porque a localização em tempo real de cada veículo envolve a manipulação de grandes quantidades de informação, estes modelos não são ainda os melhores para quantificar o tráfego à escala da cidade;
- macroscópicos – usam dados agregados de parâmetros (p.e. velocidade média e densidade) para descrever o fluxo de veículos, com base em registos constantes e atualizados de sensores de tráfego. São modelos que envolvem menos variáveis e propriedades; são à partida os melhores para uma estimativa do fluxo de calor antropogénico.

1.3.6 Configuração do edificado

É de salientar que diferentes objetivos geralmente envolvem configurações urbanas distintas. Por exemplo, um planeamento urbano que pretenda garantir um mínimo de acesso solar nos edifícios geralmente envolve uma orientação este-oeste das ruas e uma razão altura-largura tal que permita a irradiação solar direta. Já um objetivo de minimização da exposição ao vento comporta a criação de ruas perpendiculares à direção dominante ou mesmo a existência de uma grande infraestrutura que balize a área urbana. A solução ideal seria dada por compromisso entre ambas, ou optar-se por aquele que melhor responde ao problema local dominante, contudo é possível recorrer-se a uma combinação de estratégias, além da geometria urbana, para atingir um clima desejado.

Intrinsecamente relacionado com a configuração urbana está o sombreamento, sendo um dos principais parâmetros de design nas cidades mais quentes [29]. Uma técnica aplicada ao edificado pode ser o recuo do piso térreo, de forma a proporcionar não só sombreamento, como também corredores de vento e abrigo de intempéries. Porém, quando não é possível

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

realizar alterações na configuração do edificado nem integrar elementos arbóreos, uma técnica de sombreamento envolve a criação de estruturas de pérgolas multi-funcionais (p.ex. recorrendo a painéis fotovoltaicos) ou o uso de toldos que podem ser montados em estruturas tipo chapéu, de forma artística nos espaços abertos ou aplicados como canópia estendendo-se a partir das fachadas (Figura 10).



Figura 10 – Sombreamento por células solares integradas em pérgola [30] e por toldos [31].

Foi feita uma revisão de literatura científica abrangendo países de clima mediterrânico, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger [32], e outros sua periferia. Na Figura 11 encontra-se representada a distribuição dos tipos de medidas adotados em cada um.

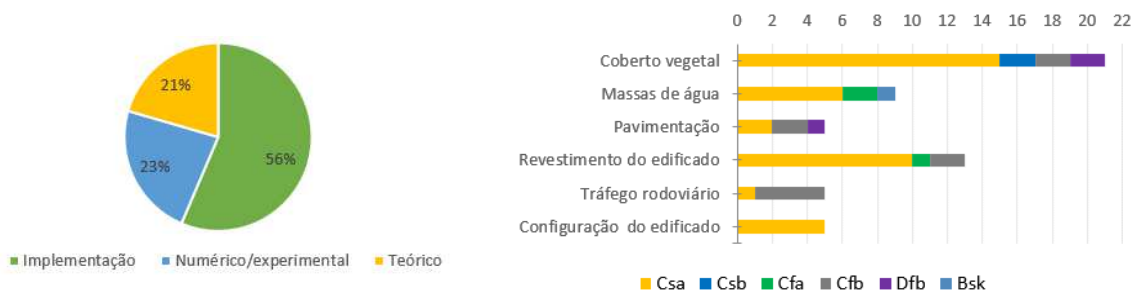


Figura 11 – Distribuição das medidas revistas na literatura científica, por tipo de estudo (esquerda) e tipo de clima (direita).

Contemplar todos os tipos de medidas e tipos de estudos é difícil se nos restringirmos somente ao âmbito da literatura científica, sendo mais relevantes, numa perspetiva de planeamento prático, os estudos cujo objeto sejam implementações propriamente ditas ou a validação de estudos numéricos e/ou experimentais. A amostra analisada totalizou 39 artigos relativos a locais abrangidos pelo clima mediterrânico e sua periferia, verificando-se que sensivelmente metade (56%) têm como objeto aplicações em contexto real, enquanto que um quarto se baseia em simulações computacionais e/ou prototipagem (23%) e os restantes são de natureza teórica (21%).

Quanto aos tipos de medidas tratados em cada artigo, tem-se que 53% envolve o coberto vegetal, nomeadamente a criação de parques e colocação de árvores nos desfiladeiros urbanos [33–47], e 33% abrangem o revestimento do edificado, a nível da sua renovação e integração de *cool materials* [16,17,34,44,45,47–52]. As utilizações de água ocorrem em



Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

número moderado [37,53–59], dado o compromisso entre a sua versatilidade e as questões de gestão deste recurso. Já adaptações na pavimentação [33,42,47,49,58], restrições no tráfego rodoviário [51] e arranjo do edificado [34,44,55] são menos documentadas, uma vez que envolvem intervenções mais profundas e morosas no espaço público e avaliação prévia da sua conformidade com os regulamentos locais.

2. Registos de variáveis antropogénicas

O fluxo de calor antropogénico, conforme abordado no capítulo anterior, é o resultado da libertação de calor para a atmosfera por via da conversão de energia química e elétrica aquando das atividades humanas numa cidade. Estas incluem a queima de combustíveis pelos diversos tipos de veículos; o consumo de eletricidade para conforto térmico interior, iluminação artificial, aquecimento de água, confeção de alimentos, aparelhos eletrónicos; e processos industriais e fabrico de bens. Através da quantificação do fluxo de calor antropogénico numa base *per capita*, a eficiência energética entre cidades pode ser comparada, tendo, no entanto, em conta que a utilização de energia depende grandemente do clima local, da natureza da sua economia, dos meios de transporte em uso, da disponibilidade de recursos energéticos e de diferenças culturais e comportamentais.

A estimativa do fluxo de calor antropogénico não é trivial, pois envolve o conhecimento de variações diárias, semanais e anuais ao nível das suas fontes: os transportes rodoviários, o metabolismo dos seres vivos e os processos no interior e interface do edificado. A sua magnitude pode ser aproximada por via de métodos *Top-Down*, *Bottom-Up* e cálculo de residuais, sendo que todos apresentam limitações e nenhum é simples de implementar.

Os **modelos Top-Down** são essencialmente inventários de todas as formas de utilização da energia numa cidade e podem ser, ainda que se forma grosseira, usados para calcular um equivalente em calor, assumindo para tal fatores de conversão apropriados – como é o caso da Matriz Energética de Lisboa (c.f. Secção 2.1). Contudo, ao recorrerem a agregações referentes a longos períodos, os valores de consumo e as emissões equivalentes devem ser repartidos pelos vários setores em função de outros dados mais finos, como por exemplo através dos padrões de atividade dos cidadãos, uso de diferentes meios de transporte, os fluxos de tráfego automóvel (c.f. Secção 2.2), as características do edificado, a existência e localização de sistemas de energias renováveis (c.f. Secção 2.4), a localização de indústrias ou negócios, os hábitos de consumo energético (c.f. Secção 2.3), entre outros.

Já os **modelos Bottom-Up** envolvem uma monitorização ou simulação de elementos típicos do ecossistema urbano (p. ex. edificado, veículos e pessoas) para estimar, no tempo e no espaço, o fluxo de calor antropogénico associado ao edificado. Através de contadores de eletricidade pode-se inferir a energia libertada por um grupo representativo de determinada tipologia de edifícios, ou os seus arquétipos – estratégia empregue para simplificar este tipo de simulação que, geralmente, recorre a programas *Building Energy Model* (BEM), ou seja, ferramentas computacionais da arquitetura e engenharia que permitem não só integrar os detalhes 3D da estrutura, materiais de construção e padrões de atividades dos ocupantes, como também os diversos tipos de consumo de energia e a meteorologia típica do local.

Por sua vez, os modelos de **cálculo de residuais** procuram quantificar todos os outros fluxos com o pressuposto teórico de que o residual do balanço energético se deve ao fluxo de calor antropogénico. A grande limitação deste método é a escassez de históricos relativos ao balanço radiativo, ao calor sensível e ao calor latente acima da canópis urbana. Os resultados normalmente estão sujeitos a várias fontes de erro que acabam por se acumular sob a forma de residuais, não sendo este o método mais fiável se o objetivo for uma descrição espacial.

2.1 Matriz de energia

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

A Matriz Energética [60] é uma ferramenta de monitorização anual da evolução dos consumos e emissões do Concelho de Lisboa. Enquanto observatório da dinâmica energética e carbónica da cidade, permite avaliar o impacto das medidas de eficiência energética do sistema urbano e de redução do seu contributo para as alterações climáticas. Sendo um método *Top-Down*, permite uma monitorização e cenarização macro para avaliar o impacto dos sectores dos transportes, dos serviços, doméstico, agrícola e industrial no consumo de energia e na libertação de CO₂ antropogénico na cidade (*Figura 12*).

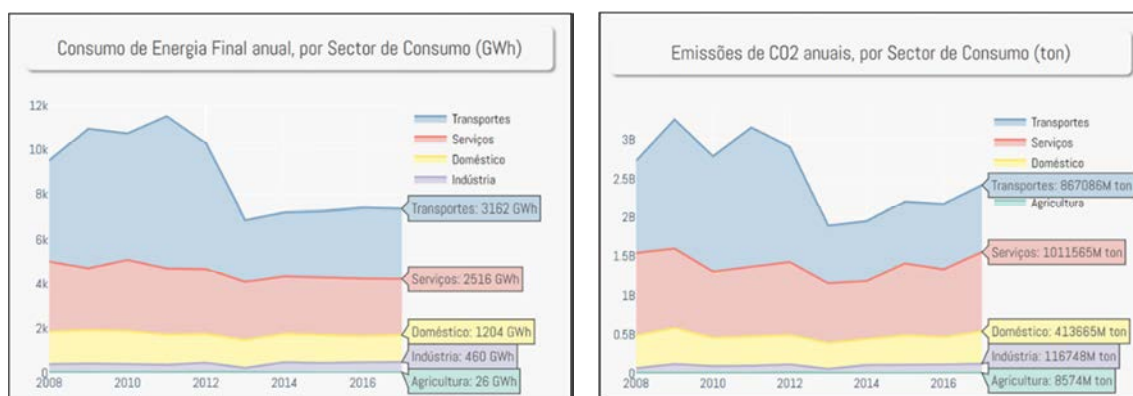


Figura 12 – Desagregação dos consumos de energia final (esquerda) e das emissões de CO₂ (direita) anuais, por setor de consumo, em Lisboa, de 2008 a 2017. [60]

Os resultados apresentados na Matriz derivam da análise e tratamento de um conjunto de informação de consumos de energia a nível nacional (balanço energético nacional) e municipal (vendas de energia por setor), sendo possível não só desagregar por setor de atividade como também por forma de energia primária ou final. O cálculo da energia primária associada ao consumo final de energia foi efetuado utilizando os dados disponíveis no balanço energético nacional e os valores de conversões energéticas, publicados pela DGEG, para o período relativo a cada ano de análise.

O cálculo das emissões de CO₂ associadas à energia consumida levou em conta os fatores de emissão disponibilizados pelo IPCC em 2006, para os combustíveis, e o mix electroprodutor nacional, para a eletricidade. Tal como referido anteriormente, de forma semelhante, pode estimar-se, ainda que de forma muito grosseira, o potencial de emissão de calor antropogénico equivalente através de fatores de conversão apropriados.

2.2 Intensidade de tráfego automóvel

A intensidade de tráfego automóvel em Lisboa, preferencialmente distribuída no espaço, pode ajudar a refinar a estimativa do fluxo de calor antropogénico devido ao setor dos transportes dada pela Matriz Energética. Para este estudo, tentou-se recorrer ao modelo de tráfego existente na Direção Municipal de Mobilidade da Câmara Municipal de Lisboa, que assenta no *software* PTV VISUM. Trata-se de uma modelação à macroescala que assume as correntes de tráfego como fluídos que se deslocam através de arcos e nós, pelo que os pressupostos que daí advêm fazem com que este tipo de modelação seja mais adequado para decisões estratégicas e de âmbito territorial extenso.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Os resultados do modelo agregam veículos ligeiros, pesados e motociclos, sendo agrupados em valores de hora de ponta da manhã e de tarde e dizem respeito à hora com maior volume em cada um desses períodos. Os volumes de tráfego correspondentes são calculados tendo em conta o quarto de hora com o maior volume de tráfego, somando-se os três quartos de hora seguintes para perfazer a hora de ponta. Este método carece, pois, de uma validação, que é habitualmente realizada com base em contagens, existindo casos pontuais em que é necessária a aplicação de um fator sazonal (p. ex. contagens realizadas numa zona balnear durante o inverno).

Na *Figura 13* é visível um exemplo do fluxo automóvel, expresso em número de veículos por hora, durante a hora de ponta da tarde em Lisboa. Dado que o modelo se encontra atualmente em processo de atualização, foram fornecidos apenas os resultados para uma hora de ponta da manhã e uma hora de ponta da tarde no ano 2014.

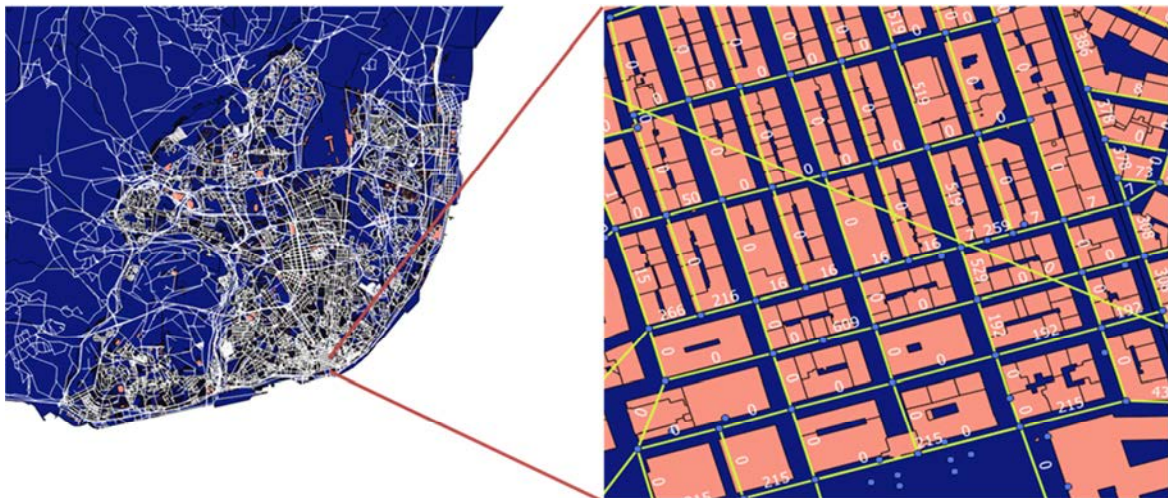


Figura 13 – Fluxo automóvel em cada troço da cidade na hora de ponta da tarde. Zoom feito à zona da Baixa de Lisboa.

Como se pode observar, a ocorrência excessiva de tráfego nulo em alguns arcos do modelo, nomeadamente na zona em questão, não tem aderência à realidade. No entanto, tal é justificado tem em conta a escala macro a que o modelo de tráfego funciona, o que resulta num zonamento com áreas bastante abrangentes da cidade. Este tipo de abordagem faz com que seja muito difícil afetar tráfego a todos os arruamentos existentes no modelo, dando maior peso à modelação de eixos viários com maiores volumes de tráfego. Visto que o modelo de Lisboa abrange todo o município (um modelo macro com alguma robustez), a existência de algum arruamento com importância a nível viário e que não apresente volumes de tráfego pode ser resultado de uma falha no processo de validação do mesmo aquando da construção do modelo e da respetiva calibração de matrizes.

Para efeitos da estimativa de emissões de calor antropogénico é crucial, neste tipo de modelos, uma incorporação de aspetos como a tipologia de veículo, tipo de motor e padrões de transferência modal nos transportes públicos.

Num paradigma da eletrificação da mobilidade nas cidades e da introdução de zonas de emissões reduzidas (ZER) é espetável que a penetração de veículos elétricos na cidade aumente, sendo, porém, incerto de que forma se dará essa adoção ao longo dos próximos anos e décadas. Do ponto de vista da mitigação/adaptação aos efeitos de ilha de calor urbano, mais do que interditar ou limitar o tráfego em certas vias, é crucial promover uma mobilidade que não recorra à libertação de gases de exaustão que aqueçam o ambiente. Deste modo, e

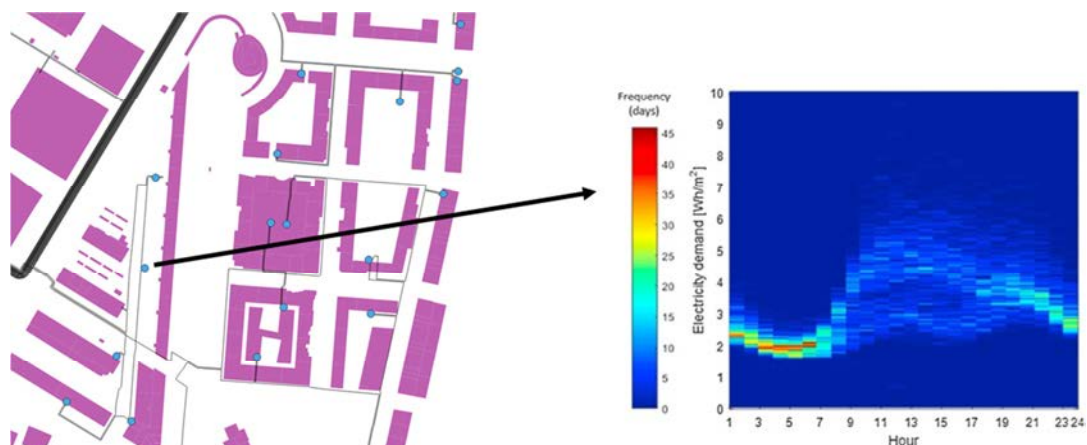
assumindo que a interação entre a radiação solar e a pintura dos veículos é pouco significativa para o balanço energético do espaço exterior, pode considerar-se que simulações sem fontes de calor representativas dos veículos a combustão se aproximam daquilo que seria um cenário de 100% mobilidade elétrica.

2.3 Consumos de eletricidade georreferenciados

Através de registos dos consumos elétricos nos edifícios da cidade, derivam-se padrões que podem ajudar a inferir acerca do uso de determinados aparelhos elétricos com impacto no fluxo de calor antropogénico. Entre estes, os que mais contribuem para uma libertação de calor para a atmosfera local são os sistemas de arrefecimento/aquecimento de espaços interiores, através das suas unidades exteriores. No entanto, a magnitude deste impacto depende fortemente da densidade de equipamentos instalados, do seu Coeficiente de Performance (COP), da qualidade da instalação, da compacidade das ruas e do clima local - em grandes metrópoles de clima quente e húmido, como Singapura, este fenómeno tem adquirido um *feedback* positivo preocupante [61], menos provável de se observar numa cidade como Lisboa no seu clima atual mas interessante de ser averiguado no contexto de um clima futuro.

Estimar o fluxo de calor antropogénico devido ao edificado através de valores de consumos elétricos envolve um grau elevado de incerteza, devendo sempre ser feito criticamente. Uma resolução temporal sub-horária e uma desagregação fina são desejáveis neste tipo de quantificação, porém, o mais comum é a utilização de dados agregados de vários edifícios, incorrendo-se em pressupostos que nem sempre têm aderência à realidade. Por outro lado, também, as diferentes possibilidades de equipamentos de conforto térmico (com ou sem unidade exterior) e que não recorram a eletricidade. De qualquer modo, uma correlação dos consumos com a evolução das temperaturas locais pode ajudar a melhorar o entendimento acerca do uso de equipamentos de conforto térmico, ou permitir, até certo nível, inferir acerca da eficiência térmica do edificado e/ou dos comportamentos dos utilizadores.

Apresentam-se na *Figura 14* um exemplo dos registos de consumos elétricos disponibilizados pela EDP Distribuição no âmbito deste estudo. Tratam-se de diagramas de carga, com uma resolução temporal quarto-horária, do consumo e produção de eletricidade mensal da cidade de Lisboa, agregados por posto de transformação (PT). Contudo, nota-se que o histórico disponível tem início apenas no mês de dezembro de 2019.



Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Figura 14 – Exemplo de um diagrama de carga num PT (círculo azul), representando a frequência dos consumos ao longo de um ano [62]. Edifício a cor de rosa.

Uma agregação ao PT implica um conhecimento acerca da rede de distribuição de média e de baixa tensão que, mesmo assim, não garante que se venham a atribuir corretamente os consumos num dado PT aos edifícios que de facto estão ligados a ele. Mais complexa se torna a tarefa quando ao consumo acrescem dados de produção local, passando a lidar-se com balanços de eletricidade que requerem informação georreferenciada acerca dos sistemas de produção elétrica local.

2.4 Potencial solar fotovoltaico

A plataforma solar de Lisboa SOLIS [63] é uma ferramenta online que permite avaliar o potencial solar das coberturas dos edifícios na cidade. Baseada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e em técnicas de fotogrametria, determinou-se a densidade de radiação que atinge os telhados dos edifícios numa base horária ao longo de um ano, tendo-se, para isso, recorrido ao modelo de radiação solar (um módulo no SAGA GIS) e a um modelo digital de elevação atualizado e de elevada resolução.

A SOLIS comporta três tipos de mapas – exposição solar, eletricidade solar e sistemas fotovoltaico – e três níveis de visualização – cidade, freguesia e edifício. O primeiro mapa apresenta a irradiação solar, expressa em kWh/m²/ano, nas coberturas (Figura 15), enquanto que o segundo mostra a conversão desse potencial em energia elétrica, comparando com o atual estado de implementação do solar fotovoltaico na cidade, e inclui uma ferramenta simplificada de cálculo do autoconsumo. Finalmente, o terceiro mapa apresenta a georreferenciação das instalações fotovoltaicas em regime de autoconsumo, estando a ser feitos esforços junto das DGEG no sentido de completar e atualizar esta informação.

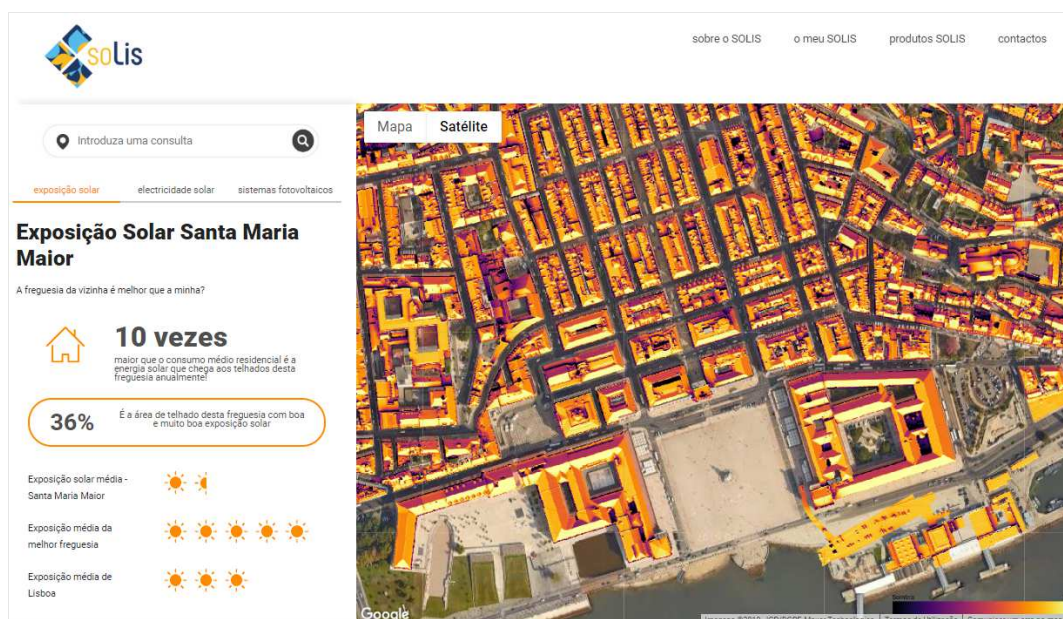


Figura 15 – Mapa de exposição solar das coberturas na freguesia de Santa Maria Maior.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

A informação contida na SOLIS pode ser usada de diversas formas para inferir o impacto que a produção renovável local pode ter no fluxo de calor antropogénico. Primeiramente, considera-se que no ambiente urbano da cidade, a fonte renovável com maior potencial é claramente a solar e a tecnologia dominante a fotovoltaica. Deste modo, o mapa de exposição solar é indicativo de um potencial máximo de produção de eletricidade local, beneficiando a eletrificação das atividades humanas. Assim, um impacto indireto do solar na cidade pode, por exemplo, dar-se por via da alimentação de meios de transporte elétricos com emissões de calor mais reduzidas. Paralelamente, a informação sobre a localização dos sistemas instalados, a sua potência pico e características técnicas, é correlacionável com os diagramas de carga descritos anteriormente.

Conforme mencionado na Sub-seção 1.3.2, não é claro se o impacto direto do fotovoltaico na redução das temperaturas do ar exterior local é significativo ou não. Trabalho desenvolvido fora do âmbito do estudo descrito neste relatório, publicado em [64] e detalhado na tese de mestrado intitulada “Impacto de elevada cobertura de painéis solares no microclima urbano”³ demonstrou uma redução máxima da temperatura do ar de -0.13°C quando a totalidade do edificado num bairro em Lisboa era revestida a fotovoltaico. Por outro lado, um cenário de instalação de painéis fotovoltaicos somente nas coberturas produziu um aquecimento ao longo de todas as horas do dia, conforme se pode observar nas figuras seguintes, onde se compara o cenário de telhados fotovoltaicos com o cenário sem os mesmos.

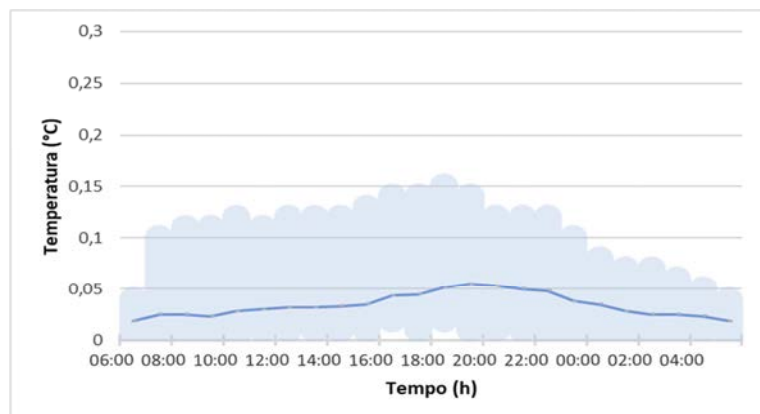


Figura 16 – Média do aumento de temperatura entre o cenário com fotovoltaico nas coberturas e o cenário sem fotovoltaico.

No estudo mencionado foi modelado um conjunto de edifícios com ruas norte-sul e este-oeste localizado no Lumiar. Foram feitas simulações para um dia de verão e comparadas as temperaturas do ar a uma altura de 1.8 m, concluindo-se que ocorre um aumento, ainda que praticamente desprezável, da temperatura quando se colocam painéis fotovoltaicos apenas nas coberturas. A altura mais crítica parece ser o início da noite, onde em média se dá um aumento de 0.05°C , podendo em certos pontos ser de 0.16°C .

³ A ser defendida na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, até ao final de 2020.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

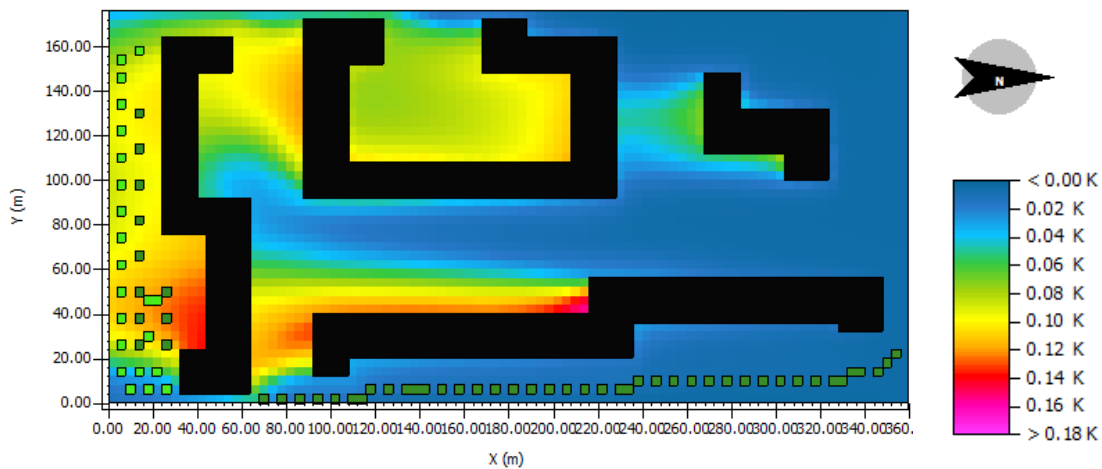


Figura 17 – Distribuição da diferença de temperatura entre o cenário com fotovoltaico nas coberturas e o cenário sem fotovoltaico, para as 20h e a uma altura de 1.8m.

Tais resultados revelam que apesar da atual eficiência dos painéis fotovoltaicos convencionais não ser alta o suficiente para que possam ser considerados como potencial medida de mitigação/adaptação ao efeito de ilha de calor urbano, porém, estes são praticamente inócuos para o balanço energético ao nível da superfície. Assim, pode constatar-se que a instalação de painéis fotovoltaicos não irá produzir impactos significativos no stress térmico dos transeuntes em meio urbano, não representando esta uma barreira para a estratégia de adoção da tecnologia na cidade.

3. Simulação microclimática

Neste capítulo, descreve-se a simulação microclimática feita em duas áreas críticas: uma na Praça do Município e a outra na Alta de Lisboa. Num primeiro momento, obteve-se uma distribuição de temperaturas nas duas zonas tendo em conta a configuração atual dos elementos presentes e os materiais que os constituem – Cenário Base. Para tal efetuaram-se simulações com recurso ao software ENVI-met e aos dados relativos a três dias, dentro do histórico climático local, semelhantes aos típicos de onda de calor, típicos de verão e típicos de inverno na cidade. Numa segunda etapa, foram simuladas três medidas de redução das temperaturas altas – Cenários Medidas – específicas a cada zona de estudo, e avaliada a sua eficácia num dia de onda de calor relativamente aos parâmetros Temperatura das superfícies, Temperatura do ar (a 1.5m) e Temperatura fisiológica equivalente (a 1.5m).

3.1 ENVI-met

O software ENVI-met [65], largamente utilizado em estudos de clima urbano e comumente citado na literatura científica [66], possui modelos que se baseiam nos fundamentos da termodinâmica e mecânica de fluidos, tendo por isso sido a ferramenta computacional escolhida para a realização deste estudo. É um modelo de simulação holístico, tridimensional e não-hidrostático, um CFD⁴ tridimensional capaz de captar as interações entre edifícios, superfícies e plantas de forma detalhada. Permite trabalhar numa resolução espacial ente 0.5 e 10 metros, num horizonte temporal de 24 a 48h. Os seus principais módulos de cálculo são:

- Fluxos de radiação de curto e longo comprimento de onda, incluindo fenómenos de sombreamento, reflexão e re-radiação
- Transpiração, evaporação e fluxo de calor sensível da vegetação para o ar, taxa de fotossíntese
- Cálculo dinâmico das temperaturas nas superfícies de telhados e fachadas
- Trocas de água e calor no sistema dos solos, tendo em conta absorção pela vegetação
- Representação 3D da vegetação com modelação dinâmica do seu balanço de água de acordo com espécies diferentes
- Emissão de gases e partículas, a sua sedimentação e deposição nas folhas e superfícies, dispersão de gases inertes e reativos da cadeia de reação NO-NO₂-Ozono
- Determinação de índices biometeorológicos como a temperatura fisiológica equivalente

A versão mais recente do ENVI-met (4.4.4), ao contrário das anteriores, incorpora um novo sistema de *full forcing*, fazendo com que as condições meteorológicas de fronteira possam ser forçadas para valores determinados, por exemplo, por dados experimentais ou séries sintéticas. Assim aumenta-se a possibilidade de obter resultados mais aderentes à realidade, o que é de relevância para o presente estudo. No entanto, há que notar que a exatidão das simulações depende fortemente da adequabilidade e qualidade dos valores *input*, assim como de uma caracterização acertada da área em estudo, tendo-se como uma limitação a representação digital em *voxel*⁵, de resolução máxima 0.5mx0.5mx1m, isto é, O fator limitativo mais relevante é, contudo, a atual inexistência de módulos de cálculo para fontes de calor, o que impede a integração de fatores antropogénicos dinâmicos nas simulações. No

⁴ Do inglês *Computational Fluid Dynamics*

⁵ Equivalente tridimensional do pixel

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

entanto, conforme referido na secção 2.2, pode considerar-se como um cenário de 100% mobilidade elétrica.

No presente estudo, optou-se por realizar simulações de 44 horas, isto é, iniciando às 04:00 do dia anterior ao de análise, de forma a aproveitar as horas anteriores às de análise como *spin up* do modelo. As condições-fronteira foram forçadas através de uma série horária de dados meteorológicos, nomeadamente as variáveis: temperatura ambiente, as componentes direta e difusa da radiação solar (de pequeno e grande comprimento de onda separadamente), velocidade e direção do vento, e a humidade relativa. Para excluir a influência do ambiente interior do edificado, forçou-se a temperatura a 20°C. As restantes definições foram padrão.

Quanto aos modelos 3D das áreas em estudo, devido ao compromisso entre o detalhe mínimo a representar e a razoabilidade do tempo de computação, optou-se por uma resolução espacial de 3mx3mx3m. Os materiais associados às superfícies dos edifícios e pavimentos serão descritos mais à frente (nas respetivas Secções 3.3 e 3.4, e no Anexo 1).

3.1.1 BioMet

Após finalizada a simulação, realizou-se o cálculo da temperatura fisiológica equivalente (PET⁶), recorrendo ao módulo BioMet, presente no conjunto de ferramentas dentro do ENVI-met. A PET descreve o ambiente interior, em termos da temperatura do ar, em condições referencia ao qual uma pessoa teria de estar exposta para produzir a mesma resposta térmica que no exterior. É um cálculo prognostico do balanço de energia de um ser humano que considera a temperatura da pele, a temperatura no centro do corpo, a taxa de transpiração e a temperatura do vestuário (os fundamentos teóricos encontram-se em [67]). Como se pode verificar no exemplo representado na *Figura 18*, a PET entre os 18°C e os 23°C corresponde à gama de temperaturas de conforto no interior, em condições de referência, sendo possível alcançar valores acima dos 40°C mesmo em zonas de arvoredo denso e próximas dos 50°C junto do edificado.

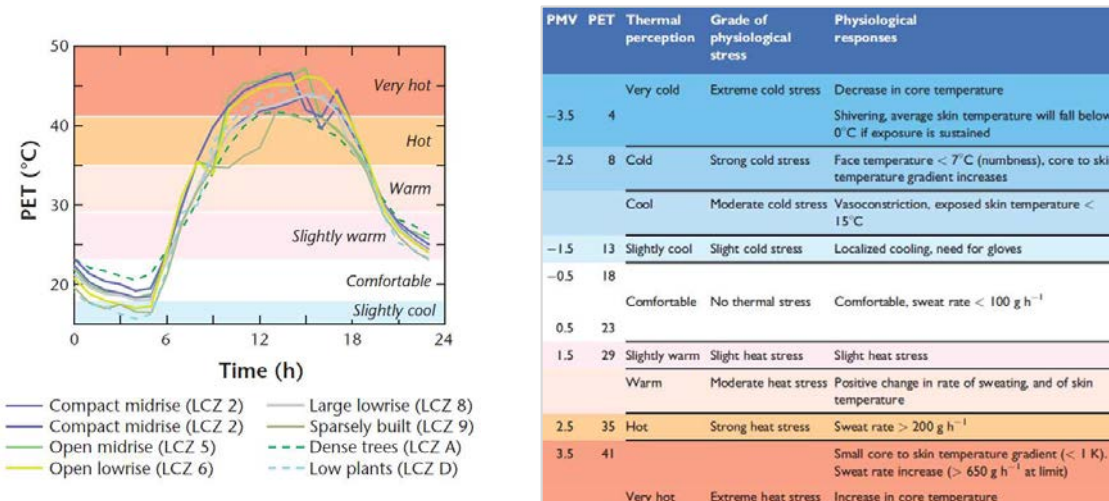


Figura 18 – Variação diária da PET na segundo dados da rede de monitorização de Oberhausen, na Alemanha (esquerda) e respetiva perceção e stress térmico correspondente (direita). [1]

⁶ Do inglês *Physiological Equivalent Temperature*

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

No cálculo da PET no presente estudo, procurou-se representar uma pessoa média de nacionalidade portuguesa. Estatisticamente, é um indivíduo do sexo feminino, com 46 anos de idade, 67 kg e 1.63 m de altura [68]. Aceitaram-se os valores relativos a uma atividade ligeira por defeito no programa – metabolismo basal de 67 W e metabolismo de trabalho 80 W – e modificou-se o valor do isolamento térmico do vestuário para 0.5 clo no verão e 1 clo no inverno.

3.2 Dados climáticos

Pretendia-se que o forçamento das condições fronteira nas simulações microclimáticas fosse feito com base em registos experimentais próximos das áreas críticas. Para este efeito, foram disponibilizadas séries de dados horários relativas à estação de medição nos Restauradores (rede IGOT) e no Aeroporto (rede NCDC [69]). As datas selecionadas reportam a modelos de mesoescala, e tiveram em conta não só a representatividade das condições de ICU (percentis 50 e 95), mas também a disponibilidade de imagens de satélite utilizadas por estes modelos⁷. As séries de dados abrangeram períodos de 72h centrados nos seguintes dias:

- 06-07-2010, onda de calor: condições reais em que a Intensidade Horária da Ilha de Calor Urbano ultrapassa o Percentil 95 da série de Dias de Verão, vento quadrante N-O;
- 14-09-2012, verão típico: condições reais mais aproximadas aos valores medianos da Ilha de Calor Urbano de Verão, vento quadrante N-O;
- 07-12-2014, inverno típico: condições reais mais aproximadas aos valores medianos da Ilha de Calor Urbano de Inverno, vento quadrante N-O.

No entanto, estes registos não incluíam alguns parâmetros essenciais ao forçamento, tais como a direção predominante do vento e as componentes da radiação solar decompostas em direta de longa e curta onda e difusa. De maneira a solucionar esta questão, recorreu-se à geração de uma série sintética de um ano típico meteorológico através do programa Meteonorm (®Meteotest) [70], para o período de radiação de 1991 a 2010, portanto um clima recente, e uma elevação de aproximadamente 100m. O método de geração de anos típicos pelo Meteonorm recorre a modelos de interpolação, desenvolvidos ao longo dos mais de 30 anos de existência do software, e a uma base de dados que consiste em registos de mais de 8 000 estações meteorológicas em todo o mundo, 5 satélites geoestacionários e climatologia de aerossóis globalmente calibrada.

Através da comparação entre as séries experimentais e a sintética, tentou-se extrair os dias que mais se aproximassem aos da primeira. Para tal, compararam-se ambas através do cálculo do desvio absoluto médio (MAD⁸), ou seja, a média das diferenças absolutas entre duas séries, dando um peso igual aos desvios negativos e positivos, e a raiz quadrada do desvio médio (RMSD⁹), isto é, o desvio padrão dos residuais que indica o quão aproximadas são as duas séries, valorizando, portanto, os maiores desvios.

Isto foi feito num passo de 24h em 24h, considerando as variáveis da temperatura do ar e da velocidade do vento, e procurou-se que as 24h anteriores fossem também o mais

⁷ C.f. relatórios Fase 1 e Fase 2 elaborados pelo IGOT

⁸ Do inglês *Mean Absolute Deviation*

⁹ Do inglês *Root Mean Square Deviation*

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

semelhante possível aos dados experimentais. Os dias selecionados, cujos desvios foram menores, encontram-se na *Tabela 1*.

Tabela 1 – Desvios entre a série (48h) sintética e a experimental dos parâmetros temperatura do ar e velocidade do vento.

	22/07 - Onda calor		12/08 – Verão típico		12/12 – Inverno típico	
	MAD	RMSD	MAD	RMSD	MAD	RMSD
Temp. ar [°C]	1.97	2.52	1.73	2.07	1.45	1.83
Vel. Vento [k/h]	11.7	16.3	7.1	8.8	6.2	7.7

Verifica-se que foi possível extrair dias cujos parâmetros estão razoavelmente próximos aos valores dos registos, sendo mais difícil conseguir o mesmo grau de correspondência nas 24h antecedentes. Na *Figura 19*, encontram-se representados esses parâmetros ao longo das 48h.

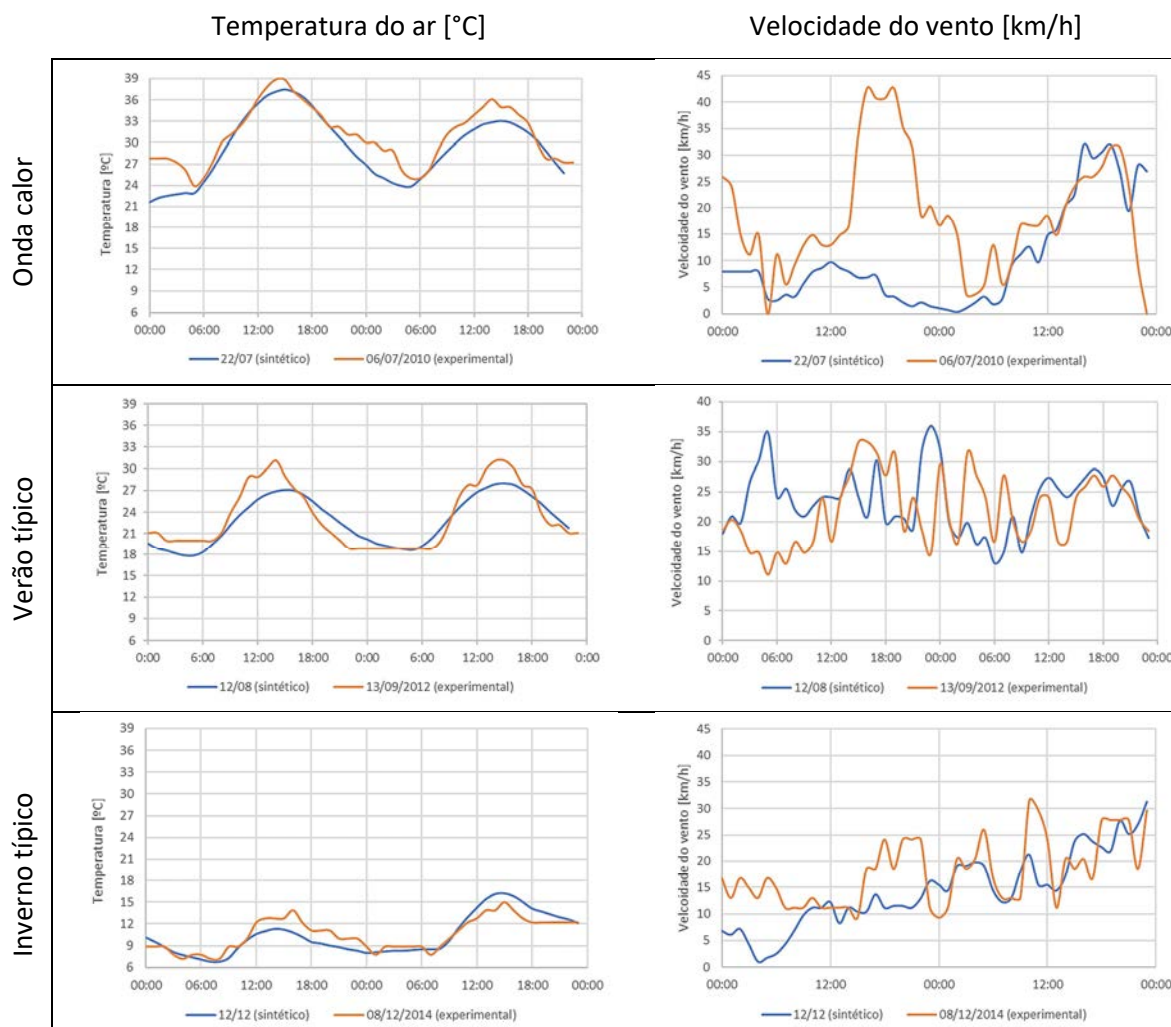


Figura 19 – Temperatura do ar e Velocidade do vento (colunas) na série sintética (azul) e na série experimental (laranja), para os dias de análise e respetivas 24h antecedentes (linhas).

3.3 Área crítica: Praça do Município

Uma das áreas críticas definidas para este estudo foi o quarteirão que engloba a Praça do Município de Lisboa (coordenadas centrais aproximadas: 38.708346, -9.139103) como sendo uma zona histórica que apresenta algumas condicionantes a certos tipos de intervenção.

Como se pode observar na *Figura 20 - a)*, as coberturas dos edifícios são do tipo telha cerâmica, incluindo alguns detalhes como chaminés ou claraboias que, devido à escala, não são possíveis de incorporar no modelo digital tridimensional, visível na *Figura 20 - b)*. Dada a representação em *voxel*, mencionada anteriormente, não se conseguiria representar a inclinação dos telhados apropriadamente, pelo que se optou por prosseguir com telhados planos. A mesma questão aplica-se a algumas fachadas e estradas, que acabam por ficar representadas em forma escadecada. Quanto aos envidraçados, optou-se por representá-los em fileiras horizontais também devido à escala.

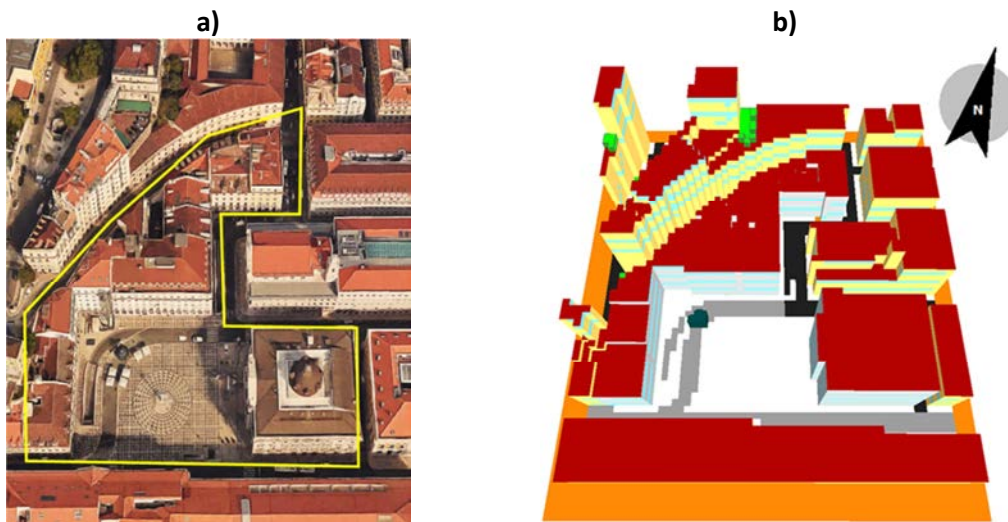



Figura 20 - Área de estudo na Praça do Município: a) perspectiva aérea retirada do GoogleEarth® e delimitação do quarteirão de interesse, e b) modelo 3D correspondente em ENVImet.

Uma particularidade na modelação 3D nesta área envolveu a impossibilidade de incluir a elevação/ declive no canto superior esquerdo. Isto ocorre por limitações do próprio programa que, apesar de possibilitar o desenho da orografia, posteriormente não permite a atribuição de diferentes tipos de materiais ou a colocação de elementos arbóreos quando o solo adquire uma 3ª dimensão.

Os materiais atribuídos às várias superfícies e pavimentos encontram-se na *Figura 21* e os respetivos detalhes podem ser consultados no Anexo 1.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Edifícios	
	Pedra lioz (bege)
	Pedra lioz (cinzento claro)
	Telhados cerâmico
	Alumínio + Fibra vidro (verde escuro)
	Vidro duplo
Pavimentos	
	Asfalto
	Granito escuro
	Granito (empedrado)
	Terra

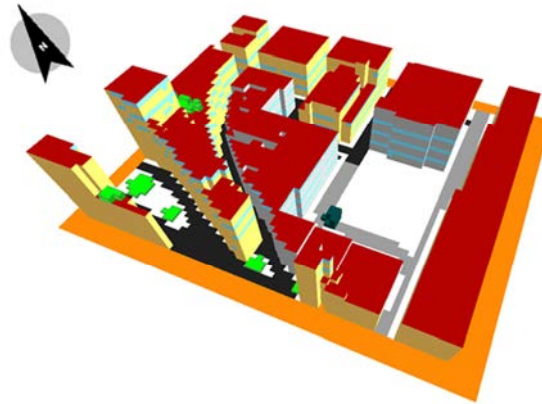


Figura 21 - Materiais considerados (esquerda) na caracterização do modelo 3D na área da Praça do Município (direita).

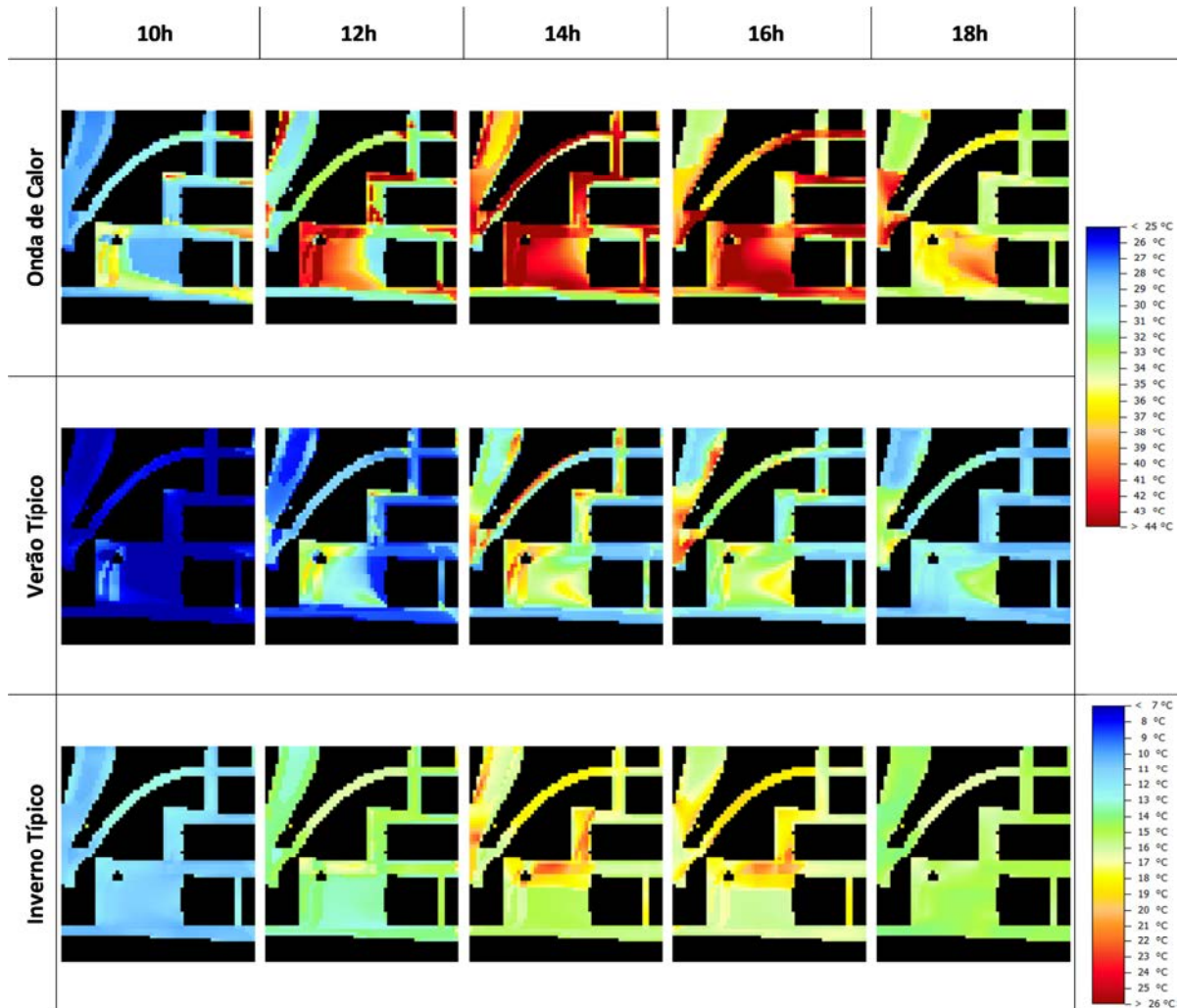
Em seguida, discutem-se os resultados das simulações microclimáticas feitas à sua configuração atual da Praça do Município (Sub-secção 3.3.1) e após a integração de medidas de redução das temperaturas (Sub-secção 3.3.2).

3.3.1 Cenário Base

Para efeitos de leitura, optou-se por ilustrar apenas os resultados referentes a algumas horas do período diurno, encontrando-se no Anexo 2 o total das 24h nos três dias simulados. Nas Tabelas seguintes encontram-se a temperatura das superfícies (*Tabela 2*), a temperatura do ar a 1.5m (*Tabela 3*) e a PET a 1.5m (*Tabela 4*) para o Cenário Base na Praça do Município.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Tabela 2 – Praça do Município, Cenário Base: *Temperatura das superfícies*¹⁰, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edificado representado a preto. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.

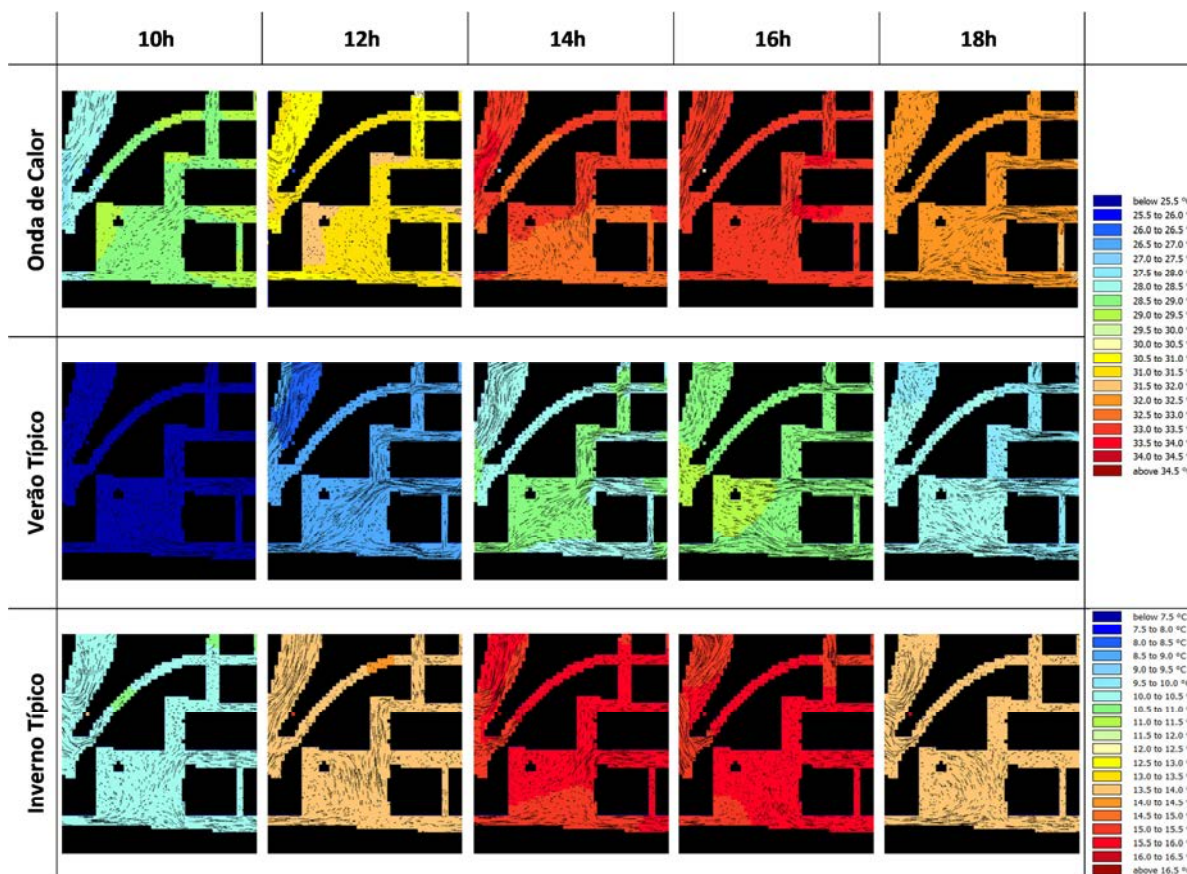


Ao longo do dia, devido ao sombreamento provocado pelos edifícios, é visível a forma como as temperaturas nas superfícies seguem esse mesmo padrão. No dia em Onda de Calor, o asfalto diretamente ao sol pode chegar a temperaturas acima dos 60°C (fora da escala na imagem), enquanto que à sombra fica por volta dos 34°C – perto da calçada branca ao sol. Por sua vez, num dia de verão menos extremo, o padrão é semelhante, mas muito menos intenso (máximo de 40°C). Já no inverno uma temperatura máxima de 22°C obtém-se, novamente, no asfalto ao sol, enquanto que a calçada está a 15°C.

¹⁰ Referências para gama aproximada de temperaturas em diferentes superfícies, no verão: asfalto 27-60°C [83], betão 27-50°C [83,84], granito 27-48°C [84], relvado/arbusto 14-48°C [85].

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Tabela 3 – Praça do Município, Cenário Base: **Temperatura do ar¹¹** calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Intensidade do vento representado por setas. Edificado representado a preto. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.



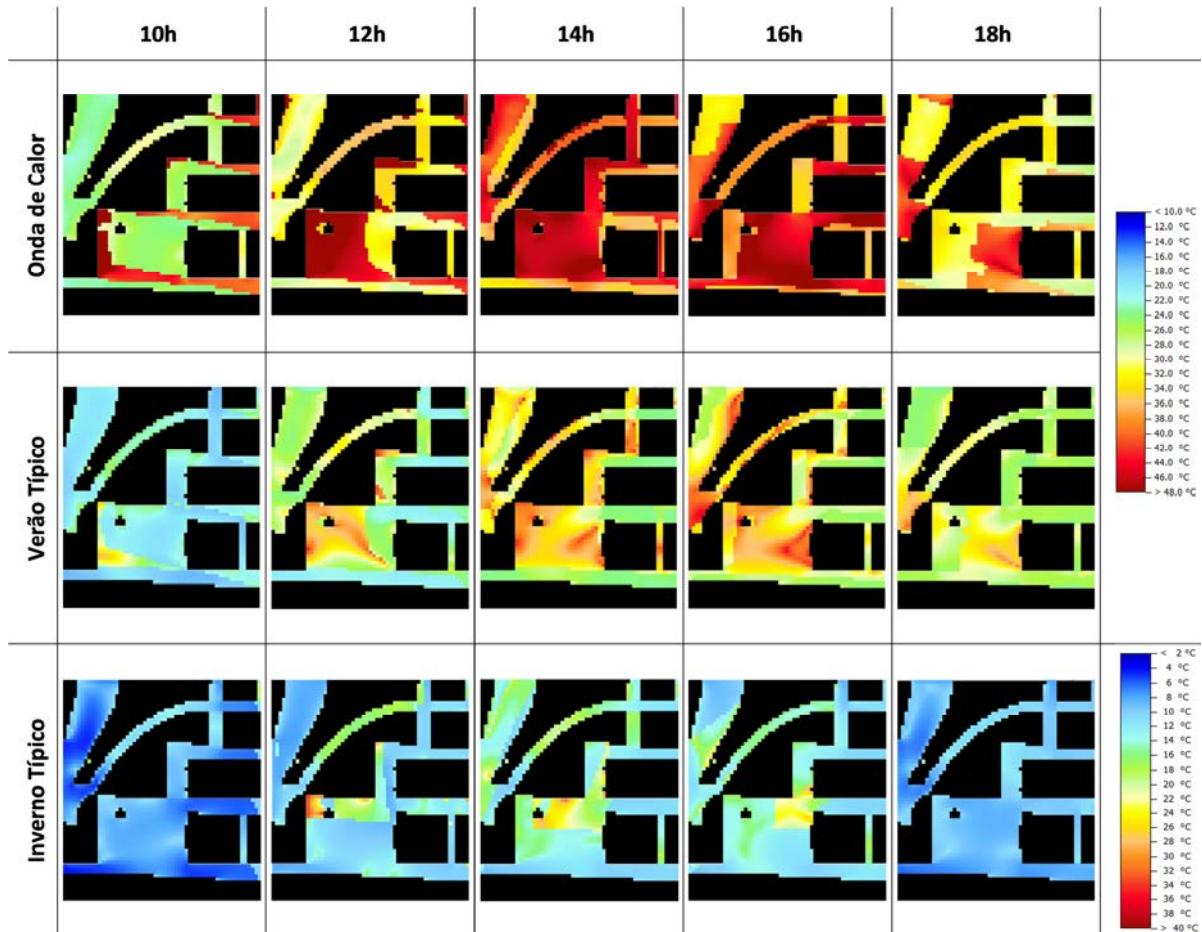
A temperatura do ar, a 1.5m, apesar de em certas horas sofrer um pouco o efeito do sombreamento, espacialmente apresenta menores variações, alcançando um máximo de 34°C no dia em Onda de Calor (coerente com as condições fronteira da simulação na Figura 19).

Relativamente à PET, é também claro que um dos fatores que mais a influenciam é a radiação solar direta, registando-se diferenças na ordem dos 20°C entre uma situação de exposição solar e de sombreamento no dia em Onda de Calor. Conforme a Figura 18, há potencial para um stress térmico forte à sombra e extremo ao sol, envolvendo grandes riscos para a saúde aquando destes eventos climáticos. Num dia de verão típico, o stress térmico pode ser de ligeiro a moderado, e, no inverno, ocorre stress térmico, mas devido ao frio.

¹¹ Referência para temperatura do ar: no verão aprox. 23°C e no inverno aprox. 12°C, para o histórico registado nas estações de Lisboa no período 1971/2000. Disponibilizado em *Portal do Clima » Estações » Análise Mensal*.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Tabela 4 - Praça do Município, Cenário Base: Temperatura fisiológica equivalente (PET)¹² calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edifício representado a preto.
Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.



3.3.2 Cenários Medidas

Através dos resultados anteriores, e tendo em conta as condicionantes e restrições à intervenção nesta área histórica, as medidas de mitigação/adaptação propostas para esta área passaram por incluir:

1. sombreamento por toldos nas fachadas em conjunto com a troca do asfalto por betão;
2. arrefecimento evaporativo por sprays de gotículas de água na praça e nas fachadas;
3. arrefecimento evaporativo por uma massa de água pouco profunda na praça.

Os parâmetros relativos aos materiais dos toldos e ao betão encontram-se no Anexo 1. Relativamente aos sprays, a taxa de emissão de gotículas por bocal foi de 20 g/s [71], mantido constante entre as 9h – 19h, e o diâmetro das mesmas fixo em 20 µm [22]. Por sua vez, considerou-se uma massa de água de 50 cm de profundidade. A implementação destas medidas no modelo 3D está representado na *Figura 22*.

¹² Valores de referência para PET na Figura 18.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

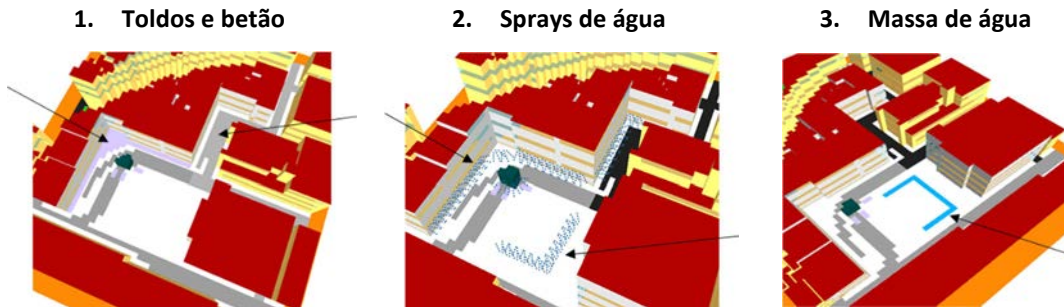


Figura 22 – Modelo digital 3D da Praça do Município com introdução das medidas de mitigação/adaptação.

O efeito das medidas de mitigação/adaptação simuladas para esta área está representado na seguinte tabela, através da representação da diferença absoluta dos valores calculados face ao Cenário Base. Uma diferença negativa, associada à cor azul, significa que a medida em questão contribuiu para um arrefecimento, e vice-versa. Para efeitos de leitura, optou-se por mostrar apenas os resultados relativos às 14h do dia em Onda de Calor, ou seja, uma hora mais central do dia onde se verificou maior stress térmico nos cenários base. A totalidade das 24h encontra-se no Anexo 3.

Tabela 5 - Paços do Concelho: variação da temperatura das superfícies, temperatura do ar e PET calculada a uma altura de 1.5m (linhas) entre os cenários Base e Medidas (colunas), para as 14h do dia de onda de calor.

	1. Toldos e betão	2. Sprays de água	3. Massa de água	
Δ Temperatura superfície				
Δ Temperatura ar (1.5m)				
Δ PET (1.5m)				

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

O sombreamento tem um efeito mais localizado e dinâmico, bem visível nas variações de temperatura das superfícies e na PET, pois está diretamente relacionado com a posição do sol a cada hora. Por seu lado, o betão permite obter um pavimento com menos 10°C do que com asfalto, contribuindo para alastrar o efeito arrefecedor do ar pelas ruas. Apesar destas melhorias, a PET aumentou, ainda que de forma muito ligeira. Crê-se que isto é devido a uma refletividade mais elevada que, por limitação do programa de simulação, não é possível separar entre a componente causadora de desconforto visual e a relacionada com o desconforto térmico.

O arrefecimento evaporativo por sprays tem o maior potencial redutor das temperaturas do ar, produzindo um arrefecimento de aproximadamente -1°C na hora de maior stress térmico (14h). Ao analisar-se a evolução horária (Anexo 3), este efeito torna-se ainda mais significativo logo a partir do início do seu funcionamento, às 9h, alcançando-se reduções na temperatura do ar de até -3°C, às 13h. A PET também apresenta reduções mais ou menos dispersas pela área de intervenção, mas não mais do que -1°C.

A massa de água apresenta um impacto mais modesto, no entanto mais consistente ao longo do dia. Esta medida é capaz de atuar somente na temperatura do ar e da PET nas suas proximidades, sendo inócua para temperatura nas restantes superfícies.

É de notar que, fora da área de intervenção, a PET na generalidade sofreu ligeiros incrementos, o que seria contraintuitivo. Porém, além da questão do albedo acrescido do betão, há que ter em conta que nos cenários com integração de medidas foram simuladas 20h anteriores ao dia em análise. A presença das medidas de mitigação/adaptação produz pois diferentes interações daquelas que se refletem no cenário base e, sendo um período que retrata uma onda de calor, é possível que os materiais apresentem dificuldade em libertar durante as horas noturnas o calor armazenado no período diurno anterior ao de análise - onde a temperatura do ar alcança um pico de quase 38°C, face aos 33°C no dia de análise (*Figura 19*).

3.3.3 Recomendações

A escolha da(s) medida(s) a implementar deve, portanto, pesar o fator de custo de instalação e manutenção, a duração e complexidade da intervenção, o eventual transtorno às atividades locais, impactos visuais, segurança/vandalismo.

Acredita-se que, de entre as medidas estudadas, o arrefecimento evaporativo por sprays de água seja o mais interessante em termos de custo-benefício para a área da Praça do Município. Além de produzir um efeito positivo no conforto térmico exterior, a natureza pontual da emissão das gotículas confere-lhe uma flexibilidade de instalação que pode ser feita de forma a permitir uma integração na paisagem que não altere o caráter histórico da área. Na verdade, pode ser interessante de aliar o potencial de inovação tecnológica à criatividade artística para conceber estas estruturas de arrefecimento, não só as que se coloquem na praça em si como as de fachada.

É também de salientar que os sistemas de fachada estando a 3 metros de altura fazem com que as gotículas arrefeçam o ar sem entrarem em contacto direto com a pele dos transeuntes, promovendo assim o uso de água reciclada e contribuindo para uma gestão sustentável deste recurso. De forma a passar uma mensagem ao público que possa vir a usufruir desta estrutura,

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

principalmente em época de maior consumo de água, pode ser recomendável a inclusão de conteúdo informativo que explique a origem do recurso.

3.4 Área crítica: Alta de Lisboa

A outra área crítica selecionada para este estudo foi um quarteirão na Alta de Lisboa (coordenadas centrais aproximadas: 38.773463, -9.154156) como sendo uma zona construída mais recentemente e que permite alguma liberdade de intervenção, incluindo a sua envolvente.

Através da *Figura 23*, percebe-se que não ocorre o efeito escadeado nas fachadas, uma vez que a geometria dos edifícios é composta de linhas perpendiculares, porém esse não é o caso das estradas e das zonas relvadas. Mais uma vez, é de notar a impossibilidade de se representarem detalhes das coberturas e o envidraçado de forma mais realista devido à escala. Por este motivo, também o arvoredo parece ocupar maior volume do que na realidade ocorre.

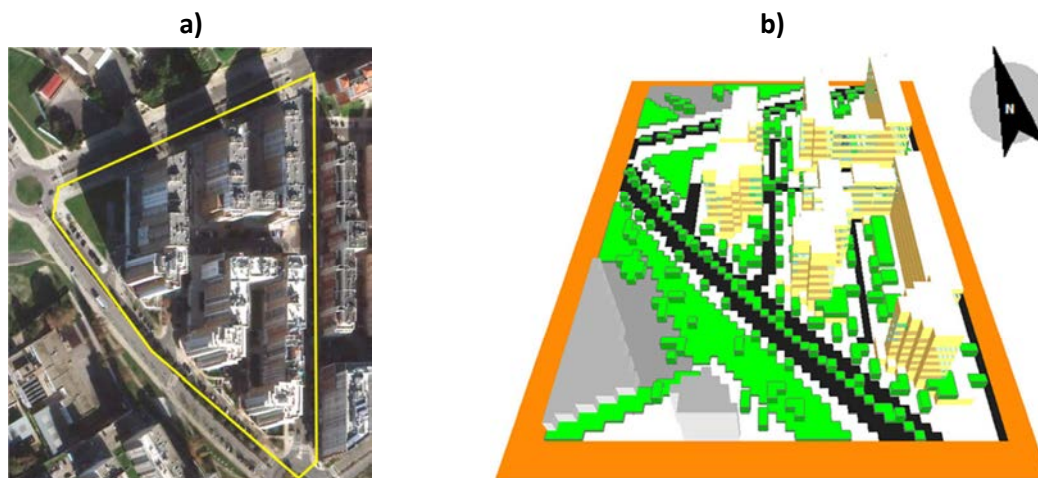


Figura 23 - Área de estudo na Praça do Município: a) perspectiva aérea retirada do GoogleEarth® e delimitação do quarteirão de interesse, e b) modelo 3D correspondente em ENVImet.

Os materiais atribuídos às várias superfícies e pavimentos encontram-se na *Figura 24* e os respetivos detalhes podem ser consultados no Anexo 1.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

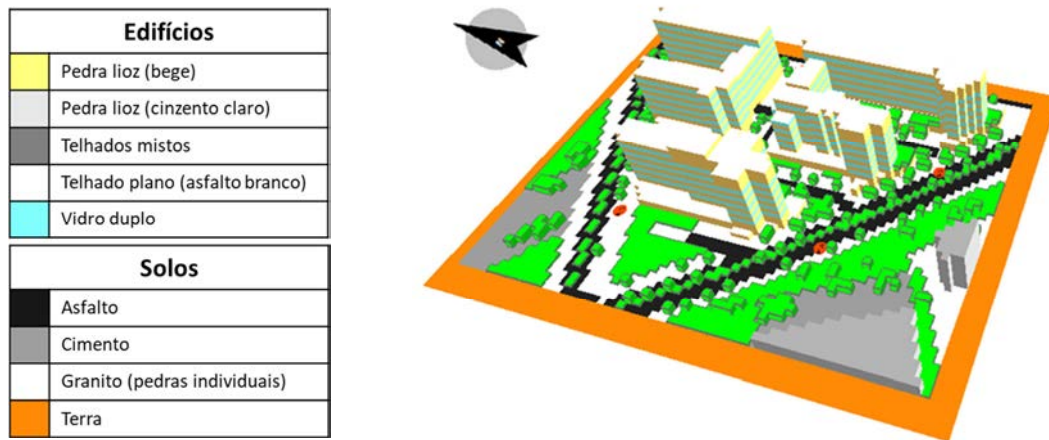


Figura 24 - Materiais considerados (esquerda) na caracterização do modelo 3D da área na Alta de Lisboa (direita).

Em seguida, discutem-se os resultados das simulações microclimáticas feitas à configuração atual da área na Alta de Lisboa (Sub-secção 3.4.1) e após a integração na mesma de algumas medidas de redução das temperaturas (Sub-secção 3.4.2).

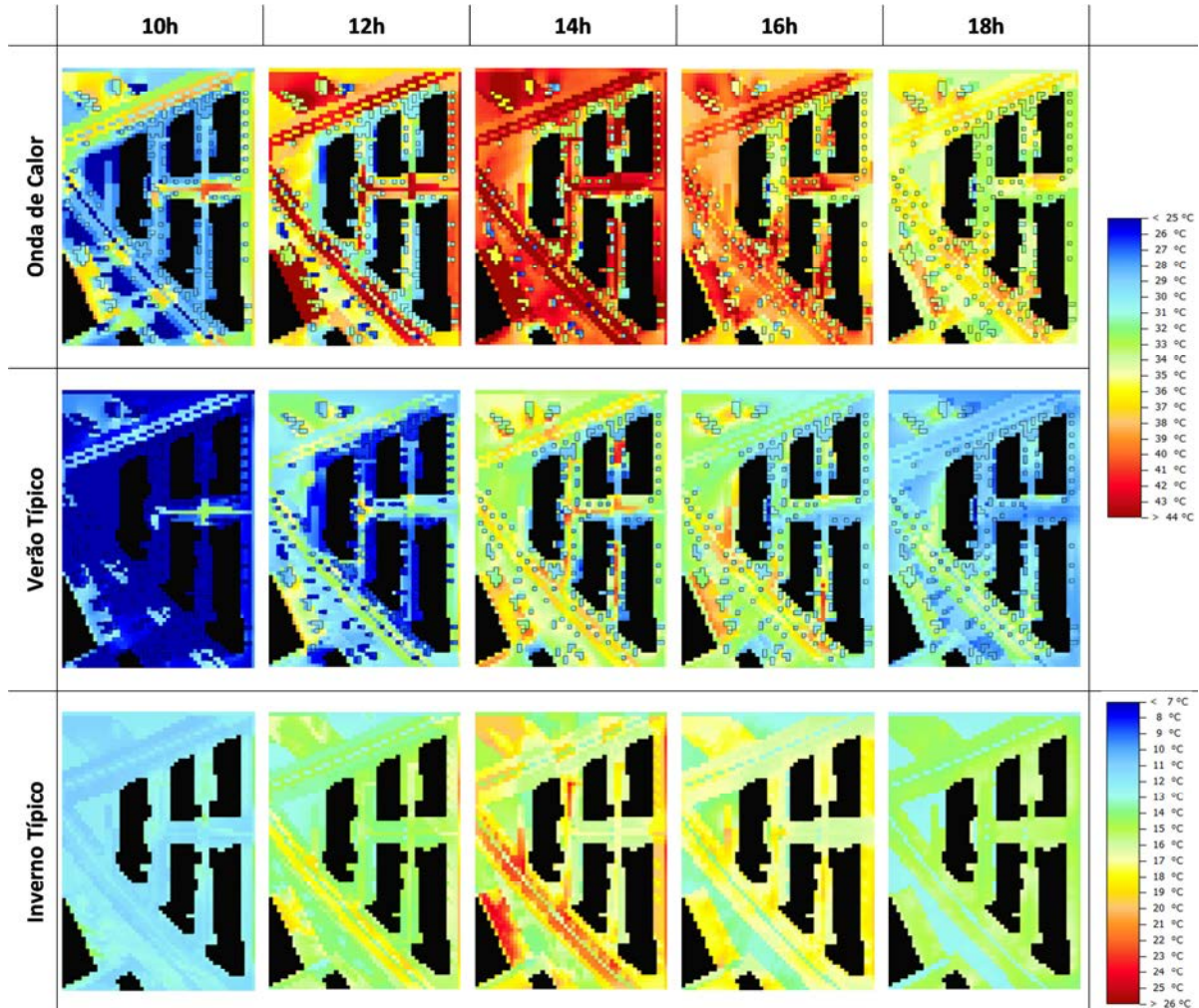
3.4.1 Cenário Base

Também neste caso se optou por ilustrar apenas os resultados referentes a algumas horas do período diurno, encontrando-se no Anexo 3 o total das 24h nos três dias simulados. Nas Tabelas seguintes, encontram-se a temperatura das superfícies (*Tabela 6*), a temperatura do ar a 1.5m (

Tabela 7) e a PET a 1.5m (*Tabela 8*) para o Cenário Base na Alta de Lisboa.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

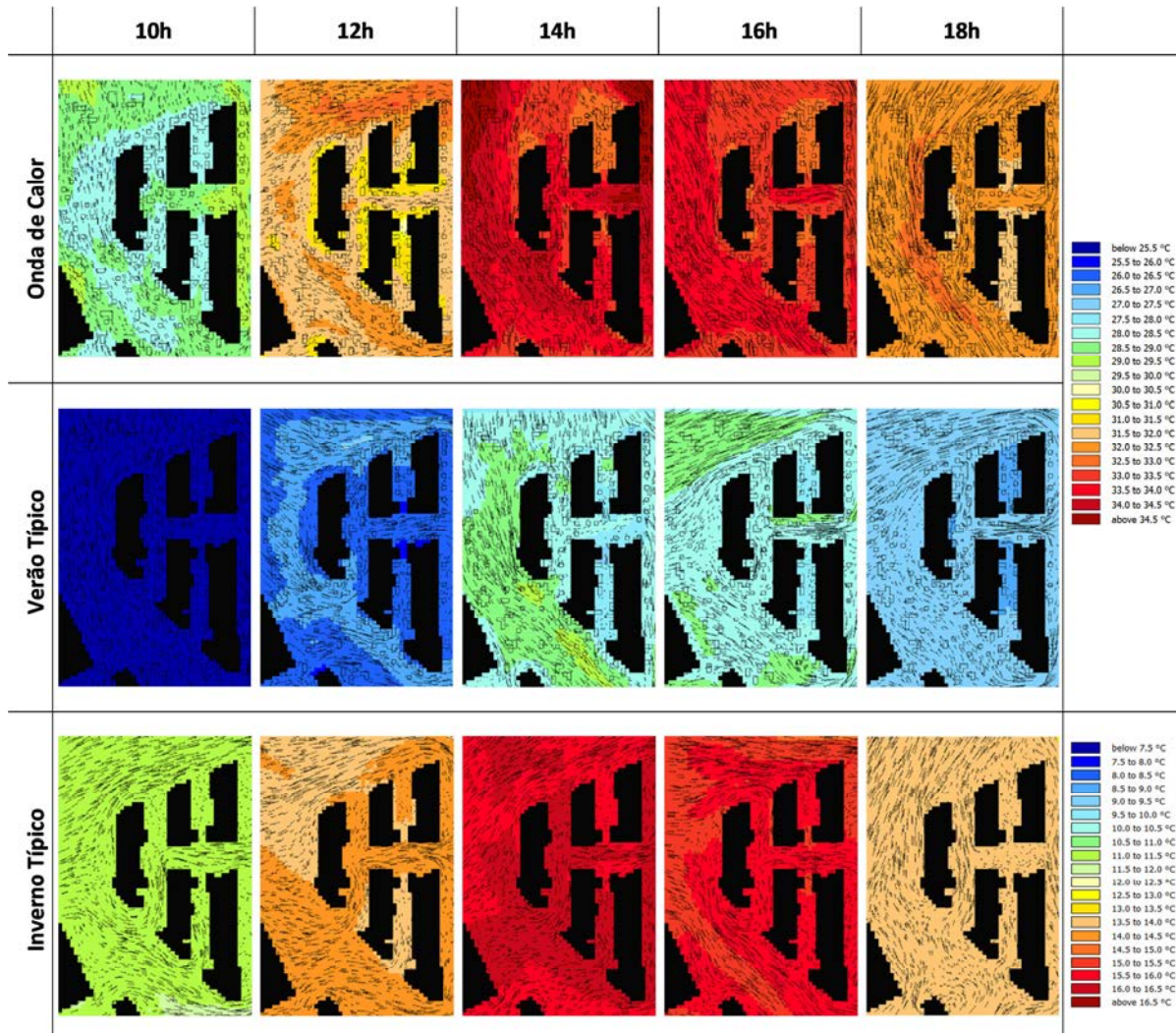
Tabela 6 – Alta de Lisboa, Cenário Base: *Temperatura das superfícies*¹³ calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edificado representado a preto. Elementos arbóreos delimitados. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.



¹³ Referências para gama aproximada de temperaturas em diferentes superfícies, no verão: asfalto 27-60°C [83], betão 27-50°C [83,84], granito 27-48°C [84], relvado/arbusto 14-48°C [85].

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Tabela 7 – Alta de Lisboa, Cenário Base: *Temperatura do ar*¹⁴ calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Intensidade do vento representado por setas. Edifício representado a preto. Elementos arbóreos delimitados. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.



À semelhança do que se observou para a área da Praça do Município, também no quarteirão em estudo na Alta de Lisboa o sombreamento é o fator dominante no arrefecimento das superfícies. Também neste caso o asfalto atinge temperaturas na gama dos 60°C entre as 12h e as 16h. Nas horas de menor irradiação solar, as superfícies relvadas apresentam-se mais frescas do que as superfícies claras próximas. A distribuição das temperaturas do ar, a 1.5m, é um pouco mais diversa nesta área, registando-se diferenças de até 2°C entre a máxima e a mínima. A configuração do edificado parece promover a circulação do vento no verão (predominante de norte) e algum efeito de esteira no inverno (vindo e oeste).

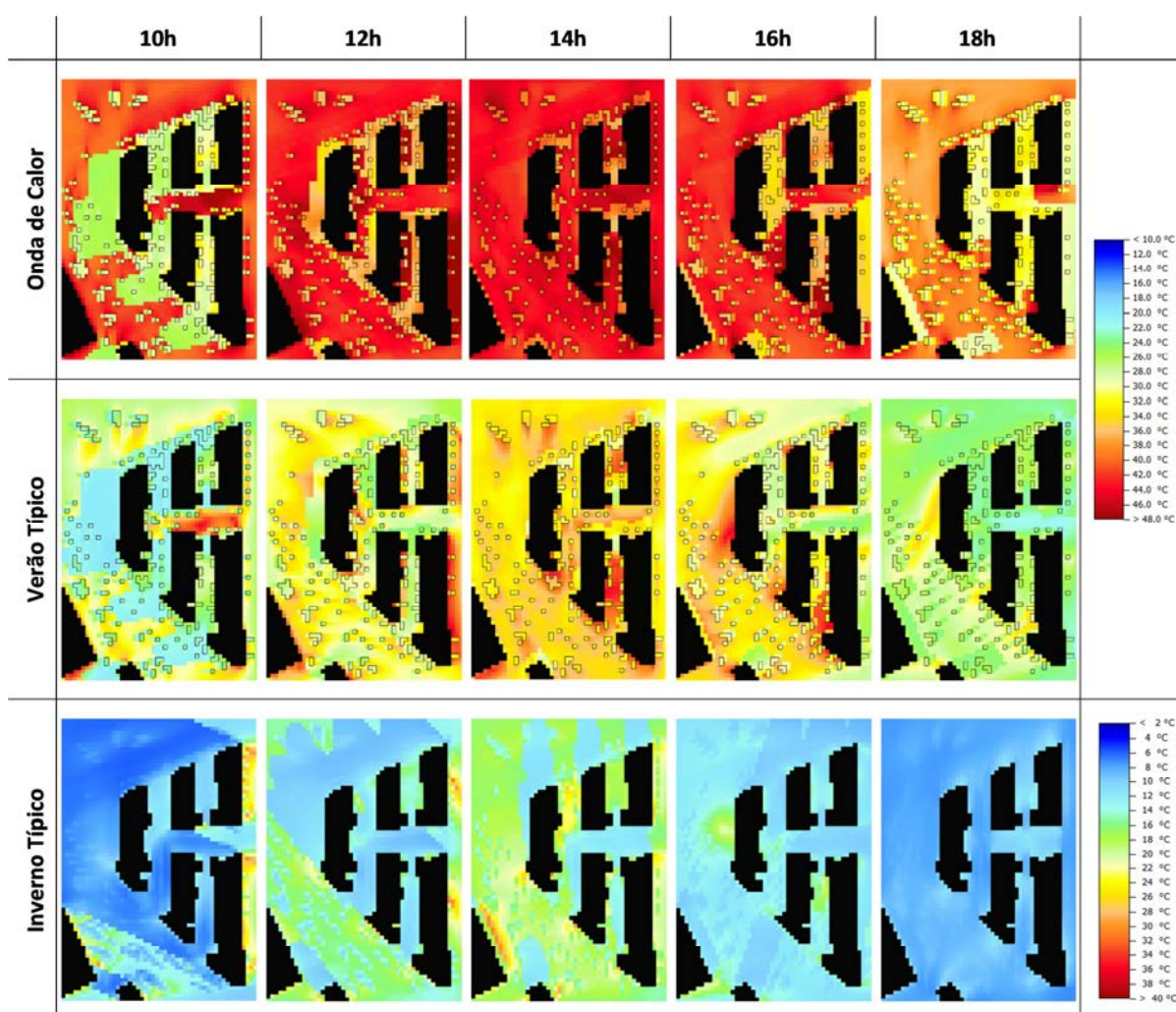
Nesta área residencial, conta-se com árvores e inclusive um corredor verde que proporcionam sombreamento pontual, importante nas deslocações das pessoas no exterior –

¹⁴ Referência para temperatura do ar: no verão aprox. 23°C e no inverno aprox. 12°C, para o histórico registado nas estações de Lisboa no período 1971/2000. Disponibilizado em *Portal do Clima » Estações » Análise Mensal*.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

cruzando com a PET num dia em Onda de Calor (*Tabela 8*), verifica-se um *stress* térmico menor por baixo das árvores. No dia de verão típico, as árvores ajudam a reduzir a PET, ainda que de forma menos pronunciada. Contrariamente ao esperado em ruas com um edifício alto, alguns corredores apresentam valores de *stress* térmico extremo pelas 14h e as 16h. Tal deve-se ao facto de as fachadas serem de cor muito clara que (à semelhança do que foi discutido para o betão na Sub-secção 3.3.2) originam um efeito de reflexão da radiação solar e a sua concentração em direção ao solo.

Tabela 8 – Alta de Lisboa, Cenário Base: Temperatura fisiológica equivalente (PET)¹⁵ calculada a uma altura de 1.5m, às 10h, 12h, 14h, 16h e 18h (colunas), para os dias de onda de calor, verão típico e inverno típico (linhas). Edifício representado a preto. Elementos arbóreos delimitados. Nota: escala de cores com valores mais baixos para o inverno.



¹⁵ Valores de referência para PET na Figura 18.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

3.4.2 Cenários Medidas

Através dos resultados anteriores, e tendo em conta as condicionantes e oportunidades à intervenção nesta área, relativamente consolidada, mas com algumas envolventes baldias, as medidas de mitigação/adaptação propostas (*Figura 25*) passaram por incluir:

1. arrefecimento evaporativo por uma massa de água na zona triangular frente ao bairro;
2. sombreamento e arrefecimento evaporativo por arvoredos adicionais e massa de água;
3. pintura do asfalto para uma cor clara.

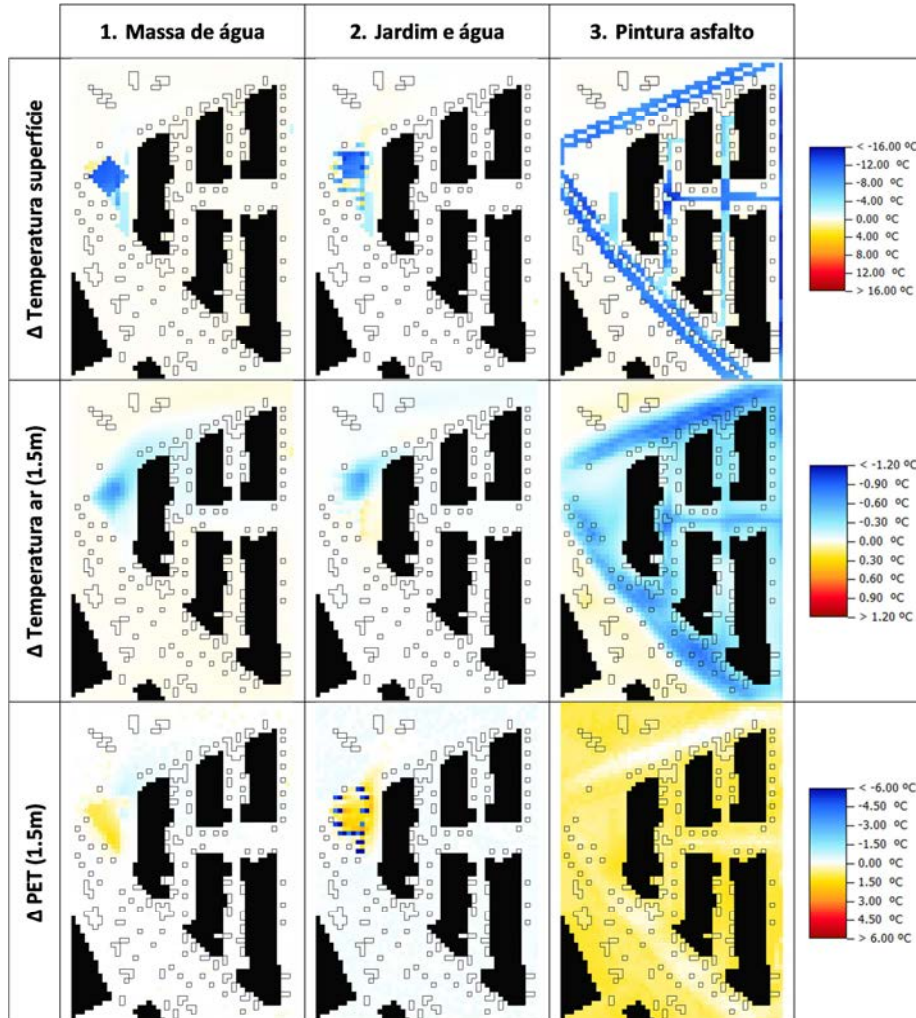


Figura 25 - Modelo digital 3D da Alta de Lisboa com introdução das medidas de mitigação/adaptação.

Os parâmetros relativos ao asfalto pintado de branco encontram-se no Anexo 1. A profundidade atribuída às massas de água foi de 2m, o arvoredos adicionais é da mesma espécie que o já existente na área (*Tilia platyphyllos*). Os efeitos destas medidas às 14h do dia de onda de calor estão representados na *Tabela 9*, encontrando-se a totalidade das 24h no Anexo 5.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Tabela 9 – Alta de Lisboa: variação da temperatura das superfícies, temperatura do ar e PET calculada a uma altura de 1.5m (linhas) entre os cenários Base e Medidas (colunas), para as 14h do dia de onda de calor.



A massa de água artificial provoca um arrefecimento do ar local em mais de 1°C e o alastrar deste efeito à passagem do vento durante o dia e princípio da noite, sendo que contribui para um ligeiro aumento da temperatura do ar local no período noturno (c.f. Anexo 5). Deste modo, tendo em conta os resultados obtidos para a massa de água simulada na Praça do Município, outros formatos de massas de água poderiam ser benéficos para o presente caso.

Quando a uma massa de água se junta algum relvado e arvoredos, talvez dada a pequena dimensão do mesmo, não se verifica uma melhoria no geral, mas antes a confirmação da importância da diminuição do *stress* térmico à sombra das árvores.

Relativamente à pintura do asfalto, observam-se reduções da temperatura das estradas na ordem dos -15°C nas horas de maior calor. Como esta medida foi aplicada em todas as estradas, ela teve a capacidade de arrefecer em -1°C, de forma mais ou menos uniforme de acordo com a ventilação, o ar ao longo de todo o quarteirão. Contudo, da mesma forma que o betão aumentou a PET, também aqui isso aconteceu.

3.4.3 Recomendações

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Mais uma vez, a escolha da(s) medida(s) a implementar deve contemplar uma análise custo-benefício que pese fatores como o custo de instalação e manutenção, a duração e complexidade da intervenção, o eventual transtorno às atividades locais, impactos visuais, segurança/vandalismo.

De entre as medidas simuladas, a alteração da refletividade do pavimento nas estradas terá o maior potencial para reduzir o *stress* térmico nesta área. A pintura do pavimento pode ser uma forma de aliviar o efeito de ilha de calor sem que se incorra em intervenções complexas nas estradas, devendo, no entanto, utilizar-se um material, cor ou padrão, que não afete o conforto visual. Mais, à semelhança do que foi levado a cabo num bairro em Los Angeles [11], a implementação desta medida poderia converter-se numa atividade de sensibilização e envolvimento dos próprios moradores e cidadãos.

Não deve, porém, ser desvalorizada a criação de um espaço de lazer, que se constitui como um elemento importante para o bem-estar e qualidade de vida nas zonas residenciais urbanas. De forma a aliar estas valências a um efeito mitigador da ilha de calor, são necessários estudos mais detalhados que permitam aferir uma configuração ótima.

No relatório da Fase 2 será feita uma análise comparativa e de custo-benefício entre as diversas medidas simuladas nas duas áreas em estudo, tendo em conta os resultados obtidos para o clima recente e o clima futuro.

4. Referências

- [1] Oke TR, Mills G, Christen A, Voogt JA. Urban Climates. Cambridge: Cambridge University Press; 2017. doi:10.1017/9781139016476.
- [2] Kershaw T. Climate Change Resilience in the Urban Environment. IOP Publishing; 2017. doi:10.1088/978-0-7503-1197-7.
- [3] USA EPA. Reducing Urban Heat Islands Compendium of Strategies Heat Island Reduction Activities. 2013.
- [4] Mohegh A, Rosado P, Jin L, Millstein D, Levinson R, Ban-Weiss G. Modeling the climate impacts of deploying solar reflective cool pavements in California cities. *J Geophys Res Atmos* 2017;122:6798–817. doi:10.1002/2017JD026845.
- [5] Jandaghian Z, Akbari H. Effects of Increasing Surface Reflectivity on Urban Climate and Air Quality over North America. 4th Int. Conf. Build. Energy, Environ., 2018.
- [6] Morini E, Touchaei AG, Rossi F, Cotana F, Akbari H. Evaluation of albedo enhancement to mitigate impacts of urban heat island in Rome (Italy) using WRF meteorological model. *Urban Clim* 2018;24:551–66. doi:10.1016/j.uclim.2017.08.001.
- [7] Xu X, Akbarian M, Gregory J, Kirchain R. Role of the use phase and pavement-vehicle interaction in comparative pavement life cycle assessment as a function of context. *J Clean Prod* 2019;230:1156–64. doi:10.1016/j.jclepro.2019.05.009.
- [8] Akpınar MV, Sevin S. Urban Heat Island Effects of Concrete Road and Asphalt Pavement Roads. *Green Energy Technol.*, Springer Verlag; 2018, p. 51–9. doi:10.1007/978-3-319-89845-2_5.
- [9] Varone J. Chicago Alley Initiative Shows How to Make Streets Greener. *Streetsblog New York City* 2007. <https://nyc.streetsblog.org/2007/06/07/chicago-seeks-to-green-its-alley-ways/> (accessed February 20, 2020).
- [10] Tian B, Liu Y, Niu K, Li S, Xie J, Li X. Reduction of Tire-Pavement Noise by Porous Concrete Pavement. *J Mater Civ Eng* 2014;26:233–9. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000809.
- [11] City of Los Angeles. Cool LA Neighborhoods | Bureau of Street Services 2019. <https://streetsla.lacity.org/cool-la-neighborhoods> (accessed February 28, 2020).
- [12] Zhang J, Mohegh A, Li Y, Levinson R, Ban-Weiss G. Systematic Comparison of the Influence of Cool Wall versus Cool Roof Adoption on Urban Climate in the Los Angeles Basin. *Environ Sci Technol* 2018;52:11188–97. doi:10.1021/acs.est.8b00732.
- [13] Berkley Lab. Global Cooling. Heat Isl Gr 2020. <https://heatland.lbl.gov/coolscience/global-cooling> (accessed February 20, 2020).
- [14] Taha H. The potential for air-temperature impact from large-scale deployment of solar photovoltaic arrays in urban areas. *Sol Energy* 2013;91:358–67. doi:10.1016/j.solener.2012.09.014.
- [15] Salamanca F, Georgescu M, Mahalov A, Moustou M, Martilli A. Citywide Impacts of Cool Roof and Rooftop Solar Photovoltaic Deployment on Near-Surface Air Temperature and Cooling Energy Demand. *Boundary-Layer Meteorol* 2016;161:203–21. doi:10.1007/s10546-016-0160-y.
- [16] Masson V, Bonhomme M, Salagnac J-L, Briottet X, Lemonsu A. Solar panels reduce both global warming and urban heat island. *Front Environ Sci* 2014;2:1–10. doi:10.3389/fenvs.2014.00014.
- [17] Salamanca F, Georgescu M, Mahalov A, Moustou M, Martilli A. Citywide Impacts of Cool Roof and Rooftop Solar Photovoltaic Deployment on Near-Surface Air

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

- Temperature and Cooling Energy Demand. *Boundary-Layer Meteorol* 2016;161:203–21. doi:10.1007/s10546-016-0160-y.
- [18] Gunawardena KR, Wells MJ, Kershaw T. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Sci Total Environ* 2017;584–585:1040–55. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.158.
- [19] Nagel C. Rediscovering the Potential of Urban Riverfronts. *Next City* 2017. <https://nextcity.org/daily/entry/rediscovering-urban-riverfronts> (accessed February 20, 2020).
- [20] Vandergert P. Tales from the London 2018 Heatwave. But Are We Listening? *Nat Cities* 2018. <https://www.thenatureofcities.com/2018/09/09/tales-london-2018-heatwave-listening/> (accessed February 20, 2020).
- [21] Ulpiani G. Water mist spray for outdoor cooling: A systematic review of technologies, methods and impacts. *Appl Energy* 2019;254:113647. doi:10.1016/j.apenergy.2019.113647.
- [22] Montazeri H, Toparlar Y, Blocken B, Hensen JLM. Simulating the cooling effects of water spray systems in urban landscapes: A computational fluid dynamics study in Rotterdam, The Netherlands. *Landsc Urban Plan* 2017;159:85–100. doi:10.1016/j.landurbplan.2016.10.001.
- [23] Pt. Ikeuchi Indonesia. Outdoor Cooling 2020. <https://www.ikeuchi.id/lp/eng/cooling.php> (accessed February 21, 2020).
- [24] Vaz Monteiro M, Handle P, Morison JIL, Doick KJ. The role of urban trees and greenspaces in reducing urban air temperatures. *For Comm* 2019.
- [25] Rafael S, Vicente B, Rodrigues V, Miranda AI, Borrego C, Lopes M. Impacts of green infrastructures on aerodynamic flow and air quality in Porto’s urban area. *Atmos Environ* 2018;190:317–30. doi:10.1016/j.atmosenv.2018.07.044.
- [26] Wagner M, Viswanathan V. Analyzing the Impact of Driving Behavior at Traffic Lights on Urban Heat. *Procedia Eng.*, 2016. doi:10.1016/j.proeng.2016.10.037.
- [27] Davies A. Thermal Imaging Cameras Could Keep Self-Driving Cars Safe. *Wired* 2018. <https://www.wired.com/story/self-driving-cars-thermal-image-cameras/> (accessed February 21, 2020).
- [28] Zhu R, Wong MS, Guilbert É, Chan P-W. Understanding heat patterns produced by vehicular flows in urban areas. *Sci Rep* 2017;7:16309. doi:10.1038/s41598-017-15869-6.
- [29] Kántor N, Chen L, Gál C V. Human-biometeorological significance of shading in urban public spaces—Summertime measurements in Pécs, Hungary. *Landsc Urban Plan* 2018;170:241–55. doi:10.1016/j.landurbplan.2017.09.030.
- [30] D+C. SUNJOULE – The Wonders of Glass Embedded Solar Cells. *D+C Mag* 2018. <https://dandcmagazine.com/sunjoule-the-wonders-of-glass-embedded-solar-cells/> (accessed February 21, 2020).
- [31] Shade Comforts. Building Entrance Shade Cover – Fabric Sails – San Francisco 2020. <https://www.shadecomforts.com/media/fabric-shade-cover/3098/> (accessed February 21, 2020).
- [32] Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol Earth Syst Sci* 2007;11:1633–44. doi:10.5194/hess-11-1633-2007.
- [33] Turhan C, Gökçen Akkurt G. Mitigation of urban heat island effect through nature-based solutions: H2020 urban GreenUP project. IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerj. Sempozyumu, 2018.
- [34] Alcoforado MJ, Lopes A, Andrade H, Vasconcelos J. Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa. Edições CE; 2005.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

- [35] Arellano Ramos B, Roca Cladera J. Áreas verdes e isla de calor urbana. *Int Conf Virtual City Territ* 2018;417–32. doi:10.5821/ctv.8255.
- [36] Lobaccaro G, Tadi M, Wyckmans A, Palazzo D. Green design strategies for urban heat island mitigation in a solar optimized access Eixample via IMM®. *World Sustain. Build.*, 2014.
- [37] Saaroni H, Ziv B. The impact of a small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: the case of Tel Aviv, Israel. *Int J Biometeorol* 2003;47:156–65. doi:10.1007/s00484-003-0161-7.
- [38] Oliveira S, Andrade H, Vaz T. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Build Environ* 2011;46:2186–94. doi:10.1016/j.buildenv.2011.04.034.
- [39] Yilmaz S, Mutlu E, Yilmaz H. Alternative scenarios for ecological urbanizations using ENVI-met model. *Environ Sci Pollut Res* 2018;25:26307–21. doi:10.1007/s11356-018-2590-1.
- [40] Saaroni H, Amorim JH, Hiemstra JA, Pearlmutter D. Urban Green Infrastructure as a tool for urban heat mitigation: Survey of research methodologies and findings across different climatic regions. *Urban Clim* 2018;24:94–110. doi:10.1016/j.uclim.2018.02.001.
- [41] Skoulika F, Santamouris M, Kolokotsa D, Boemi N. On the thermal characteristics and the mitigation potential of a medium size urban park in Athens, Greece. *Landsc Urban Plan* 2014;123:73–86. doi:10.1016/j.landurbplan.2013.11.002.
- [42] Daniel M, Lemonsu A, Vigiú V. Role of watering practices in large-scale urban planning strategies to face the heat-wave risk in future climate. *Urban Clim* 2018;23:287–308. doi:10.1016/j.uclim.2016.11.001.
- [43] Aram F, Solgi E, Higuera García E, Mosavi A, R. Várkonyi-Kóczy A. The Cooling Effect of Large-Scale Urban Parks on Surrounding Area Thermal Comfort. *Energies* 2019;12:3904. doi:10.3390/en12203904.
- [44] Lopes A. O sobreaquecimento das cidades causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de lisboa. *RISCOS - Assoc Port Riscos, Prevenção e Segurança* 2006:39–52.
- [45] Gorsevski V, Taha H, Quattrochi D, Luvall J. Air Pollution Prevention Through Urban Heat Island Mitigation: An Update on the Urban Heat Island Pilot Project. *ACEEE Summer Study*, 1998.
- [46] Farina A. Exploring the relationship between land surface temperature and vegetation abundance for urban heat island mitigation in Seville, Spain. 2012.
- [47] Rosenfeld AH, Akbari H, Romm JJ, Pomerantz M. Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction. *Energy Build* 1998;28:51–62. doi:10.1016/S0378-7788(97)00063-7.
- [48] Cipolla SS, Maglionico M, Semprini G, Villani V, Bonoli A. Green roofs as a strategy for urban heat island mitigation in Bologna (Italy). *Acta Hort.*, vol. 1215, International Society for Horticultural Science; 2018, p. 295–9. doi:10.17660/ActaHortic.2018.1215.54.
- [49] Castaldo VL, Rosso F, Golasi I, Piselli C, Salata F, Pisello AL, et al. Thermal comfort in the historical urban canyon: the effect of innovative materials. *Energy Procedia* 2017;134:151–60. doi:10.1016/j.egypro.2017.09.553.
- [50] Ferreira TX, Gonçalves JL, Silva BG, Silva T Santos RESUMO CF. O Desempenho Ambiental De Coberturas Verdes No Contexto Climático De Lisboa. Caso: Parque Das Nações. 8º Congr Luso-Brasileiro Para O Planeam Urbano, Reg Integr E Sustentável (Pluris 2018) 2018.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

- [51] Giguère M. Literature Review of Urban Heat Island Mitigation Strategies Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. 2009.
- [52] Sahnoune S, Benhassine N. Quantifying the Impact of Green-Roofs on Urban Heat Island Mitigation. *Int J Environ Sci Dev* 2017;8:116–23. doi:10.18178/ijesd.2017.8.2.932.
- [53] Pearlmutter D, Erell E, Etzion Y, Meir IA, Di H. Refining the use of evaporation in an experimental down-draft cool tower. *Energy Build* 1996. doi:10.1016/0378-7788(95)00944-2.
- [54] Lopes A, Lopes S, Matzarakis A, Alcoforado M. Summer sea breeze influence on human comfort in Funchal (Madeira Island) - Application to urban climate and tourism planning. *Berichte Des Meteorol Instituts Der Albert-Ludwigs-Universität Freibg* 2010.
- [55] Achour-Younsi S, Kharrat F. Outdoor Thermal Comfort: Impact of the Geometry of an Urban Street Canyon in a Mediterranean Subtropical Climate – Case Study Tunis, Tunisia. *Procedia - Soc Behav Sci* 2016;216:689–700. doi:10.1016/j.sbspro.2015.12.062.
- [56] Esen H, Tuna O. Investigation of photovoltaic assisted misting system application for arbor refreshment. *Int J Photoenergy* 2015. doi:10.1155/2015/748219.
- [57] Ulpiani G, Di Giuseppe E, Di Perna C, D’Orazio M, Zinzi M. Thermal comfort improvement in urban spaces with water spray systems: Field measurements and survey. *Build Environ* 2019. doi:10.1016/j.buildenv.2019.04.007.
- [58] Hendel M, Colombert M, Diab Y, Royon L. Measurement of the Cooling Efficiency of Pavement-Watering as an Urban Heat Island Mitigation Technique. *J Sustain Dev Energy, Water Environ Syst* 2015;3:1–11. doi:10.13044/j.sdewes.2015.03.0001.
- [59] Ulpiani G, di Perna C, Zinzi M. Water nebulization to counteract urban overheating: Development and experimental test of a smart logic to maximize energy efficiency and outdoor environmental quality. *Appl Energy* 2019. doi:10.1016/j.apenergy.2019.01.231.
- [60] Lisboa E-Nova. Observatórios Lisboa - Energia 2020. <http://www.observatorios-lisboa.pt/energia.html> (accessed February 24, 2020).
- [61] Huan TH. Why Singapore is heating up twice as fast as the rest of the world. CNA 2019. <https://www.channelnewsasia.com/news/cnainsider/singapore-hot-weather-urban-heat-effect-temperature-humidity-11115384> (accessed February 24, 2020).
- [62] Freitas S, Reinhart C, Brito MC. Minimizing storage needs for large scale photovoltaics in the urban environment. *Sol Energy* 2018;159:375–89. doi:10.1016/j.solener.2017.11.011.
- [63] Lisboa E-Nova. Exposição solar. SOLIS 2019. <https://solis-lisboa.pt/mapa> (accessed February 24, 2020).
- [64] Freitas S, Brito MC, Ferreira R. Urban Microclimate in Street Canyons with Façade PV Using ENVI-met. *36th Eur Photovolt Sol Energy Conf Exhib* 2019:1771–4. doi:10.4229/EUPVSEC20192019-6DO.9.5.
- [65] ENVI_MET GmbH. ENVI-met Model Architecture 2019. http://envi-met.info/doku.php?id=intro:modelconcept#envi-met_model_architecture (accessed February 24, 2020).
- [66] Toparlar Y, Blocken B, Maiheu B, van Heijst GJF. A review on the CFD analysis of urban microclimate. *Renew Sustain Energy Rev* 2017;80:1613–40. doi:10.1016/j.rser.2017.05.248.
- [67] Walther E, Goestchel Q. The P.E.T. comfort index: Questioning the model. *Build Environ* 2018;137:1–10. doi:10.1016/j.buildenv.2018.03.054.
- [68] Guapo C. Estudo PREVObs estudo epidemiológico de avaliação da prevalência, conhecimentos, percepções e práticas relativamente a excesso de peso e obesidade em Portugal. 2016.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

- [69] NCDC. Daily Weather Climate Data Statistics. Weather in Portugal 2014. <http://www.geodata.us/weather/list.php?cs=PO&c=Portugal>.
- [70] Meteotest. intro - Meteonorm (en) 2020. <https://meteonorm-temp.meteotest.ch/en/> (accessed February 27, 2020).
- [71] Mahmoud MS. Experimental Study to Evaluate Mist System Performance. Int J Innov Res Adv Eng 2014.
- [72] Jain SK, Singh VP. Reservoir Sedimentation. Dev. Water Sci., vol. 51, Elsevier; 2003, p. 681–741. doi:10.1016/S0167-5648(03)80066-7.
- [73] Engineering Toolbox. Thermal Conductivity of selected Materials and Gases 2003. https://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html (accessed February 28, 2020).
- [74] Engineering Toolbox. Specific Heat of some common Substances 2003. https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html (accessed February 28, 2020).
- [75] Engineering Toolbox. Dry Air Properties 2005. https://www.engineeringtoolbox.com/dry-air-properties-d_973.html (accessed February 28, 2020).
- [76] Engineering Toolbox. Emissivity Coefficients Materials 2003. https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html (accessed February 28, 2020).
- [77] Santos C, Matias L. Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios. 2ª edição. Lisboa: LNEC; 2006.
- [78] Mendonça P. Habitar sob uma segunda pele : estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados. Universidade do Minho, 2005.
- [79] Jain SK, Singh VP. Reservoir Sedimentation, 2003, p. 681–741. doi:10.1016/S0167-5648(03)80066-7.
- [80] Laurus Design. Quiosque comercial / de informação / de jornais / em aço - Alfacinha 2019. <https://www.larus.pt/pt/mobiliariourbano/quiosques-esplanadas/alfacinha> (accessed February 28, 2020).
- [81] The Nolan Group. Shade Cloth | Architect 400 2018. <https://www.nolans.com.au/products/shade-cloth-architect-400/> (accessed February 28, 2020).
- [82] Preceram. Ficha Técnica - Tijolo Cerâmico 2016. <https://preceram.pt/documentacao-tecnica/> (accessed February 28, 2020).
- [83] Higashiyama H, Sano M, Nakanishi F, Takahashi O, Tsukuma S. Field measurements of road surface temperature of several asphalt pavements with temperature rise reducing function. Case Stud Constr Mater 2016;4:73–80. doi:10.1016/j.cscm.2016.01.001.
- [84] Cuculić M, Babić S, Deluka-Tibljaš A, Šurdonja S. Pavement surfaces in urban areas. 2nd Int. Conf. roal rail Infrastruct., 2012.
- [85] Procházka J, Brom J, Št'astný J, Pecharová E. The impact of vegetation cover on temperature and humidity properties in the reclaimed area of a brown coal dump. Int J Mining, Reclam Environ 2011;25:350–66. doi:10.1080/17480930.2011.623830.

Fase 1 - Desenvolvimento dos registos de variáveis antropogénicas, simulações microclimáticas para 2 áreas críticas atuais e clima atual, com simulação de medidas de mitigação

Anexos

1. Caracterização dos materiais dos edifícios e pavimentos

	Absortividade [%]	Transmissividade [%]	Refletividade [%]	Emissividade [%]	Calor específico [J/kg.°C]	Condutividade térmica [W/m.°C]	Densidade [kg/m ³]	Espessura [cm]	Capacidade de calor volumétrico [MJ/m ³ .°C]	Referência
PAVIMENTOS										
Água (zona A)	93	0	7	97,2	-	0,606		200	4,182	[72] [73] [74]
Água (zona B)	93	0	10	97,2	-	0,606		50	4,182	[72] [73] [74]
Asfalto	80	0	20	90	-	0,9	-	30	2,251	*
Asfalto pintado branco	20	0	80	90	-	0,9	-	30	2,251	*
Betão cinzento	50	0	50	90	-	1,63	-	30	2,083	*
Betão escuro (passeio)	80	0	20	90	-	1,63	-	6	2,083	*
Granito empedrado (passeio)	60	0	40	90	-	4,61	-	6	2,345	*
Granito escuro	75	0	25	90	-	4,61	-	2	2,345	*
EDIFÍCIOS										
Ar	0	100	0	96	1,0049	0,0262	1,177	0,9	-	[75]
Argamassa	40	0	60	87	1046	1,3	1900	2	-	[76] [77] [78]
Asfalto pintado branco (cobertura)	20	0	80	90	920	0,81	2110	4	-	[78]
Betão armado	60	0	40	85	940	2,3	2350	25	-	[76] [77] [78] [79]
Gesso	50	0	50	90	850	0,6	1500	1	-	*
Isolamento	50	0	50	90	1500	0,07	400	12	-	*
Mistura alumínio e fibra de vidro (escuro)	70	0	30	70	800	230	2700	3	-	[73] [74] [80]
Pedra lioz bege	25	0	75	90	920	2,3	2395	5	-	[77] [78]
Pedra lioz cinzento claro	40	0	60	90	920	2,3	2395	5	-	[77] [78] [79]
Polietileno tecido	0	7	3	90	1670	0,45	930	2	-	[73] [74] [81]
Telha cerâmica	77,5	0	22,5	90	960	0,69	1700	2,5	-	[77] [78]
Tijolo	68	0	32	93	1000	0,357	625	30	-	[76] [77] [82] [79]
Vidro simples	3	89	8	93	750	0,96	2500	6	-	[76] [78] [73]

* Adaptado da base de dados de origem do ENVImet

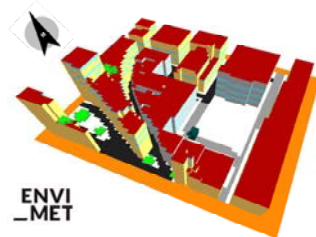
2. Resultados das simulações microclimáticas: Cenário Base, Praça do Município

Onda de calor, Verão típico e Inverno típico.

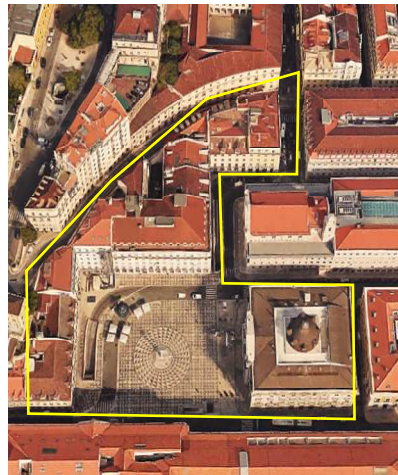
Duplo clique para abrir slides:

Zona – Praça do Município

Simulação microclima:
Clima atual



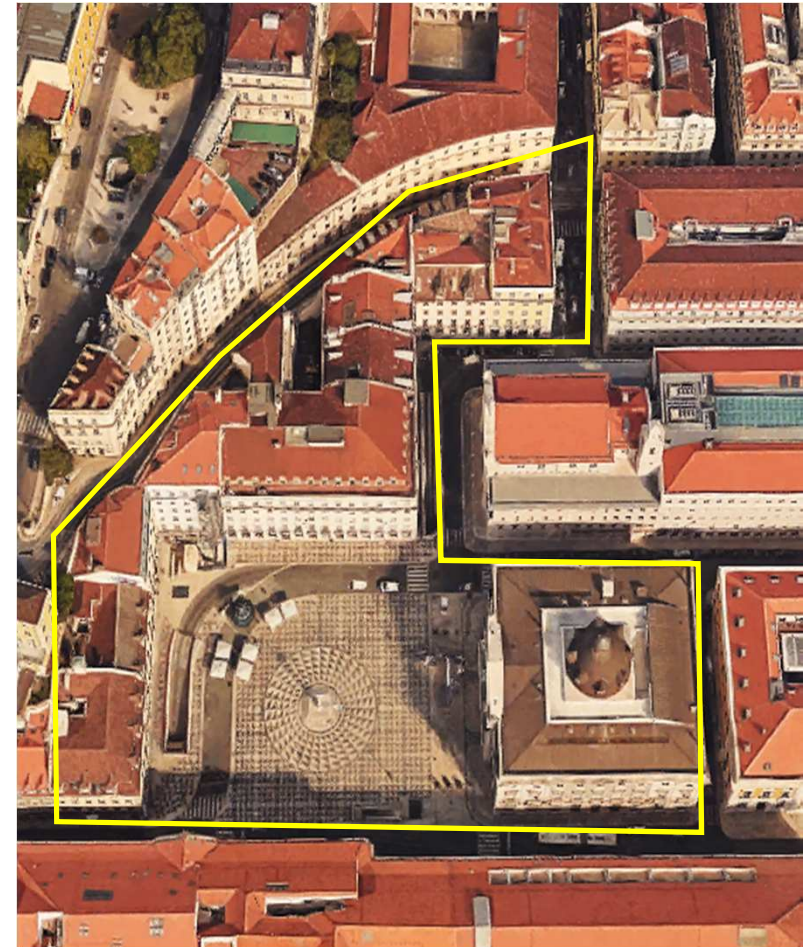
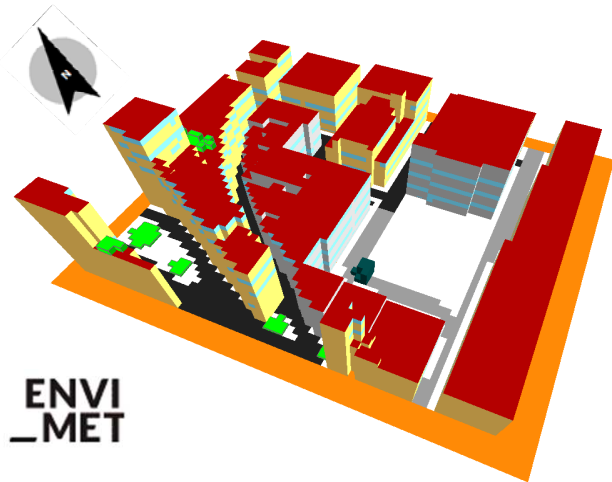
Onda de calor



Zona – Praça do Município

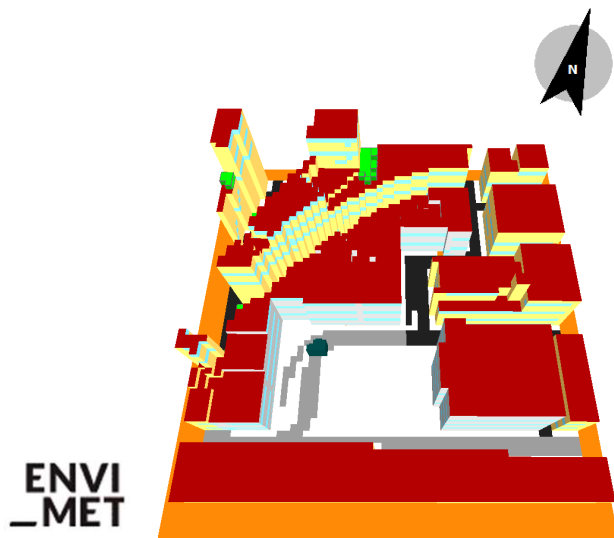
Simulação microclima:
Clima atual

Onda de calor



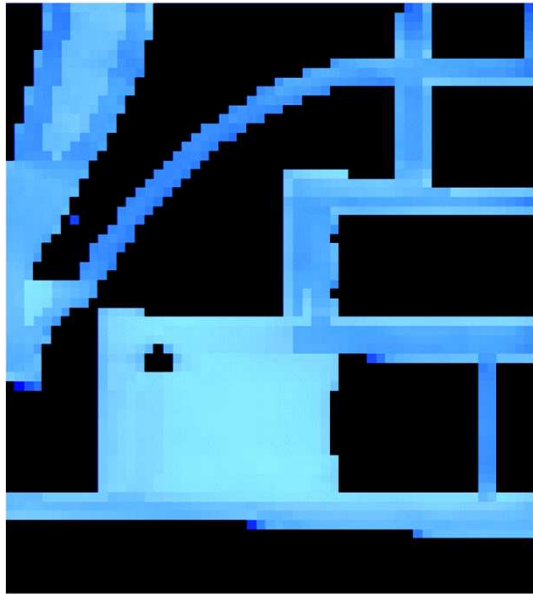
Zona – Praça do Município

Construção atual:
Modelo 3D + Materiais

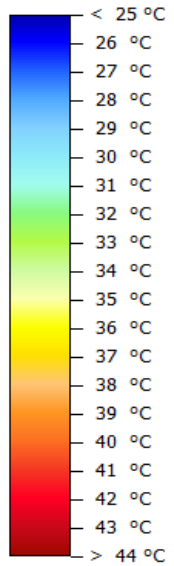


Pavimentos	
■	Asfalto
■	Granito escuro
■	Granito (empedrado)
■	Terra
■	(Fronteira da área de estudo)

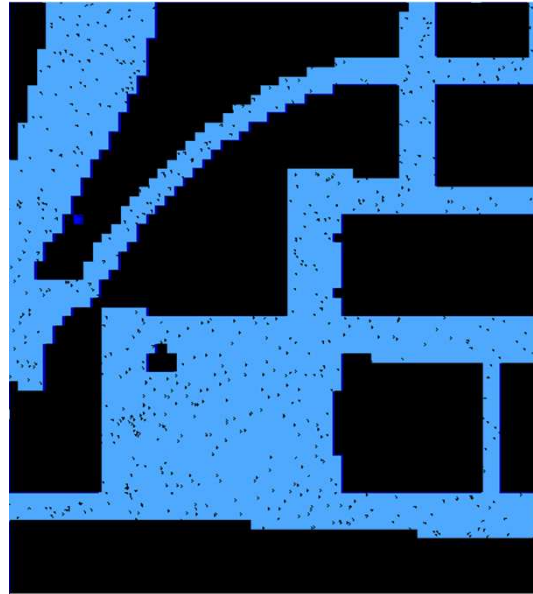
Edifícios	
■	Pedra lioz (bege)
■	Pedra lioz (cinzento claro)
■	Telhados cerâmico
■	Alumínio + Fibra vidro (verde escuro)
■	Vidro duplo



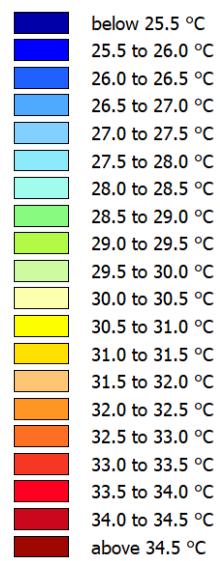
Temperatura Superfície (no solo)



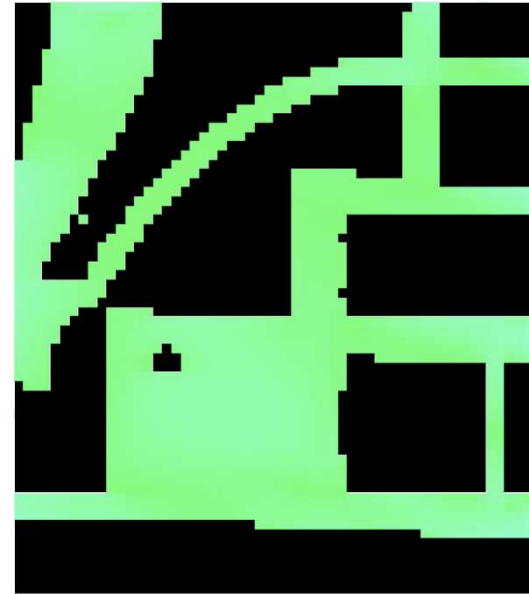
Min: 19°
Máx: 30°



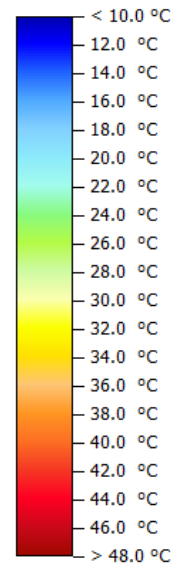
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 26°
Máx: 27°



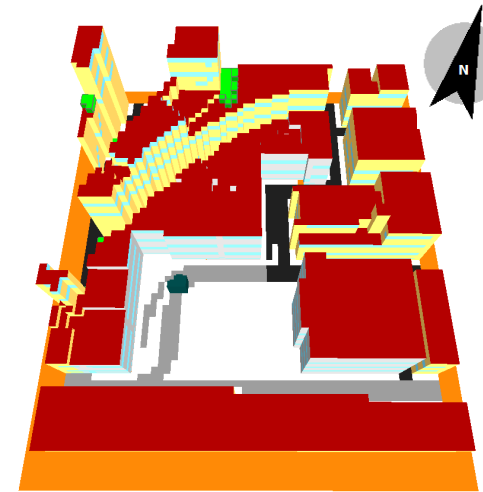
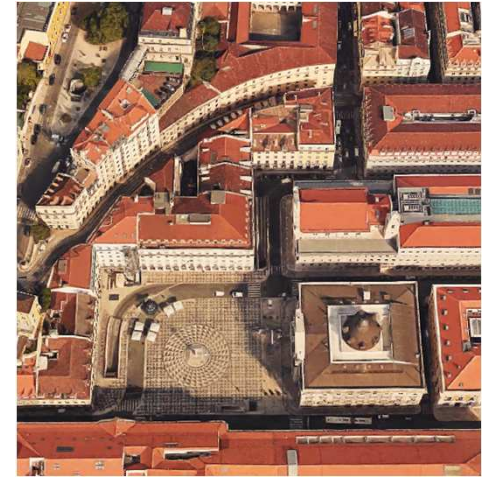
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

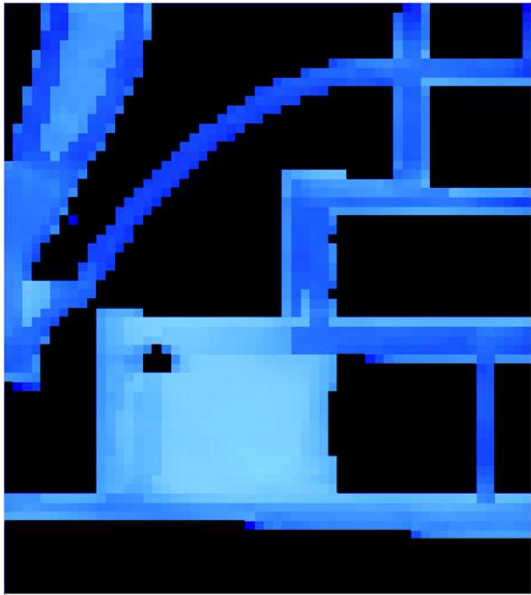


Min: 18°
Máx: 24°

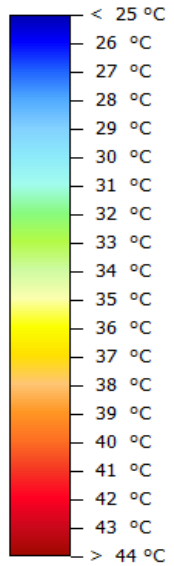
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 01h

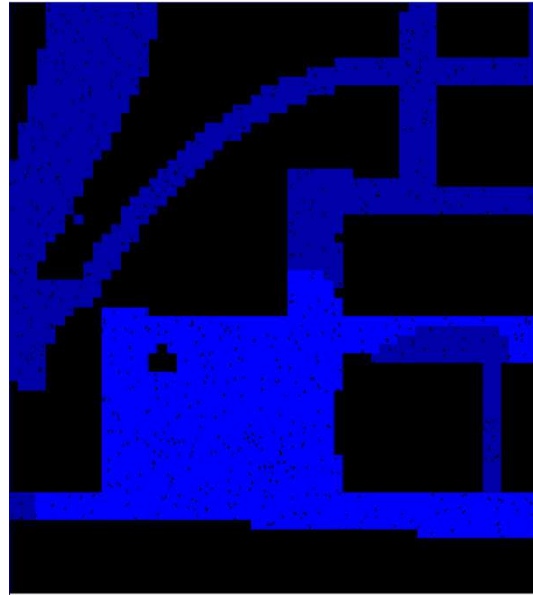




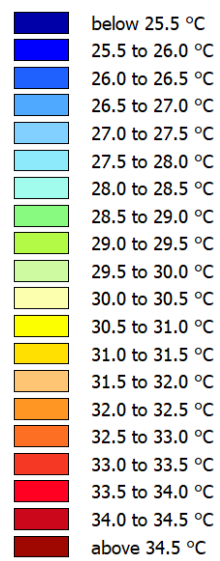
Temperatura Superfície (no solo)



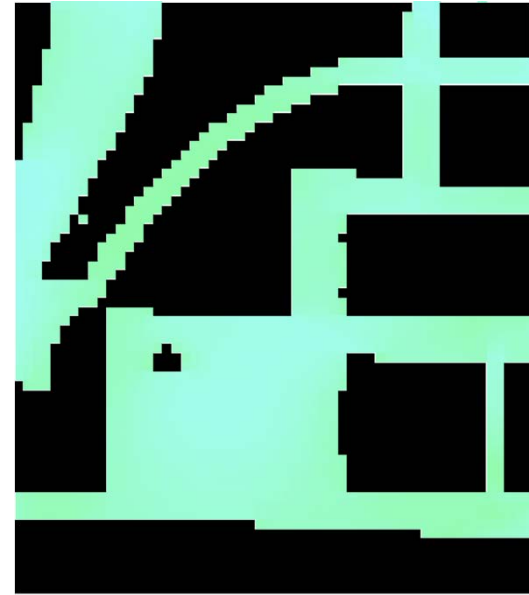
Min: 18°
Máx: 29°



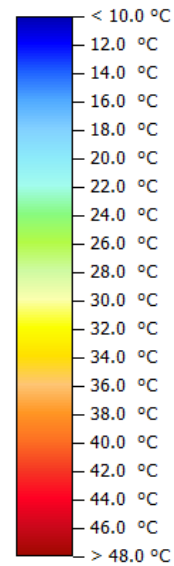
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 25°
Máx: 26°



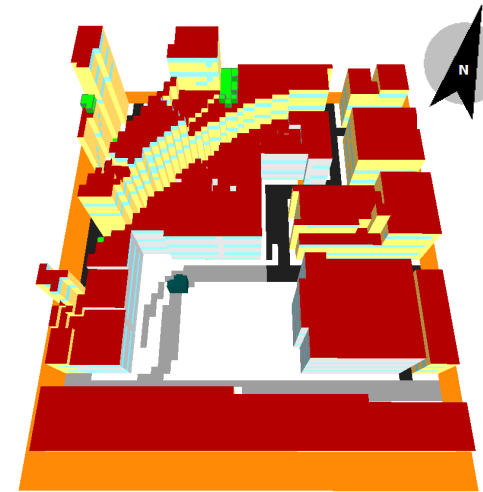
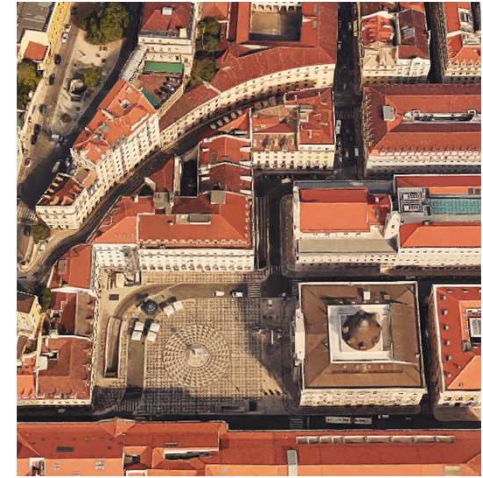
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

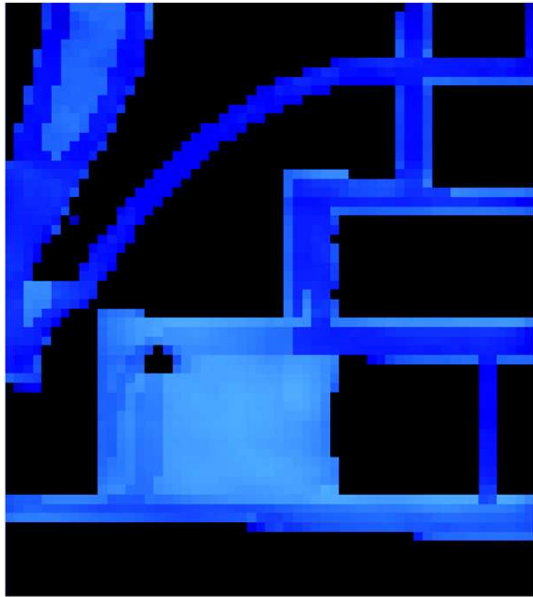


Min: 17°
Máx: 23°

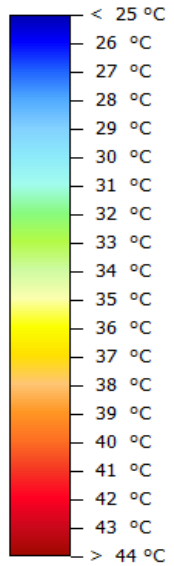
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 02h





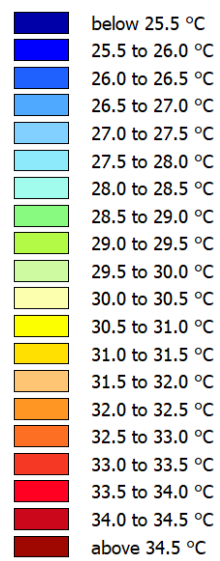
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 17°
Máx: 28°



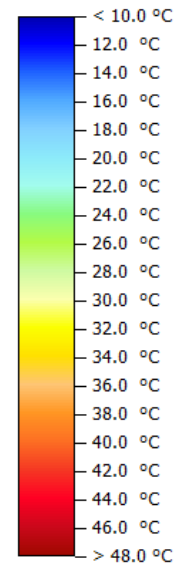
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 24°
Máx: 25°



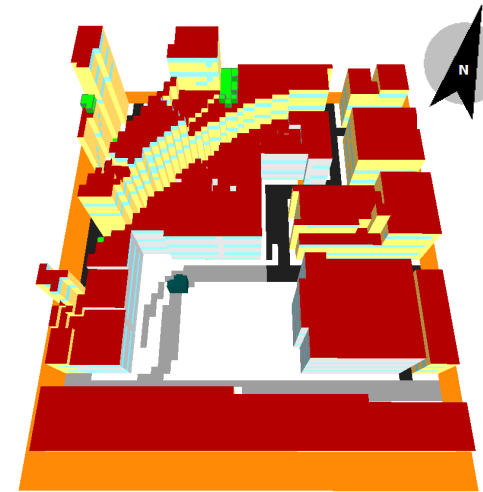
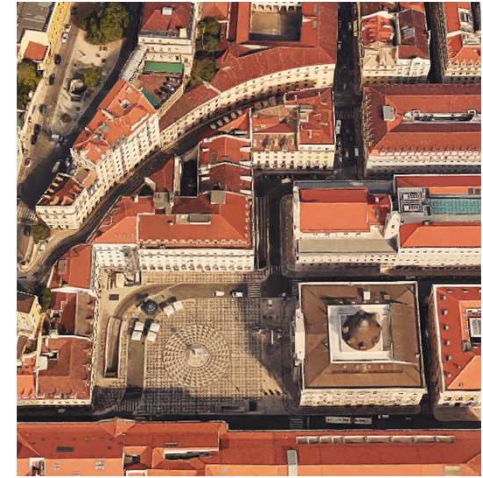
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

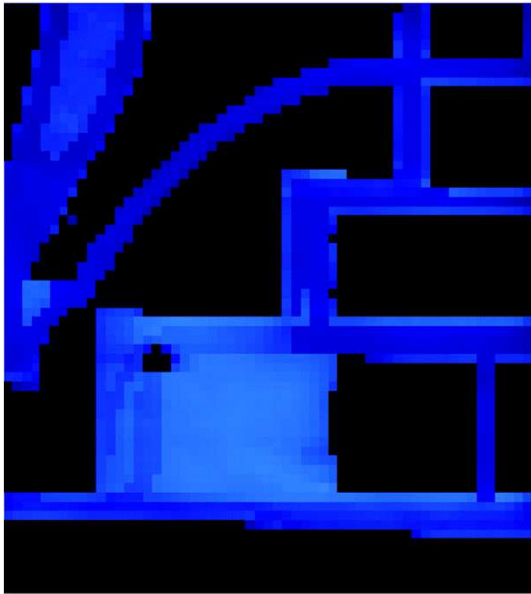


Min: 16°
Máx: 22°

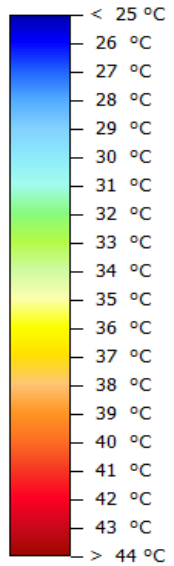
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 03h





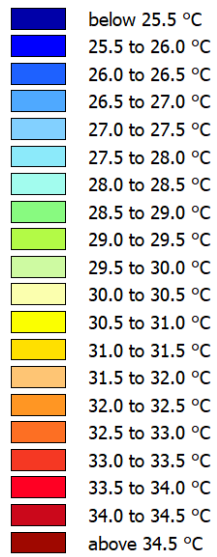
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 17°
Máx: 27°



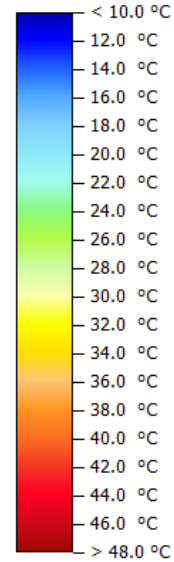
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 23°
Máx: 25°



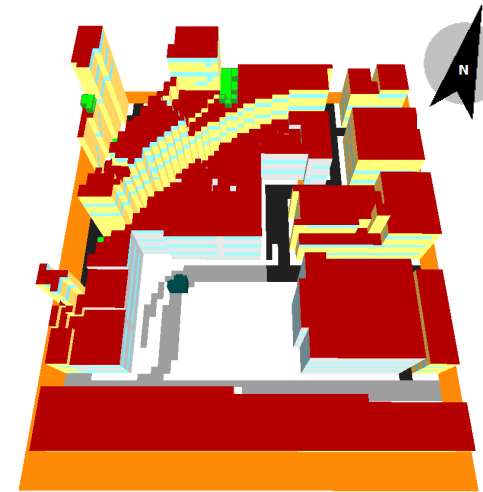
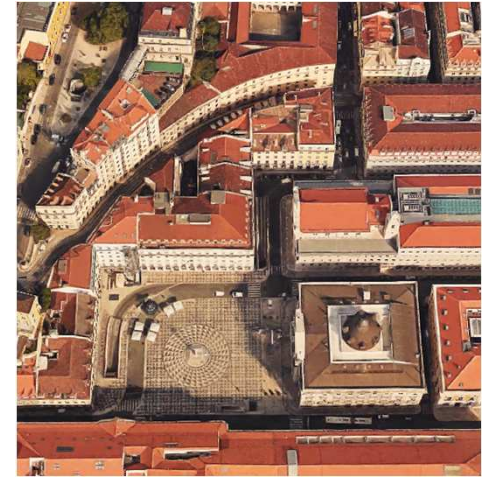
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

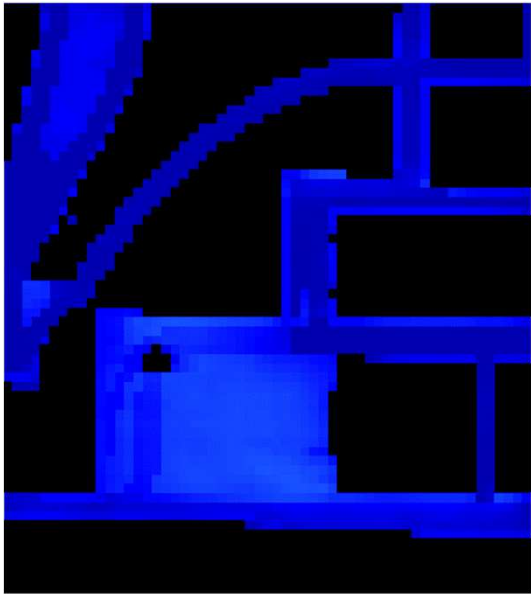


Min: 15°
Máx: 22°

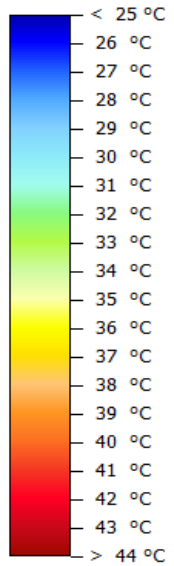
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 04h





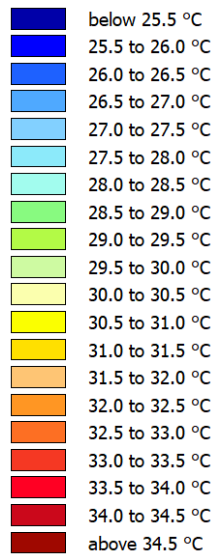
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 16°
Máx: 26°



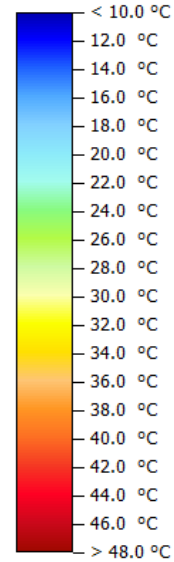
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 23°
Máx: 24°



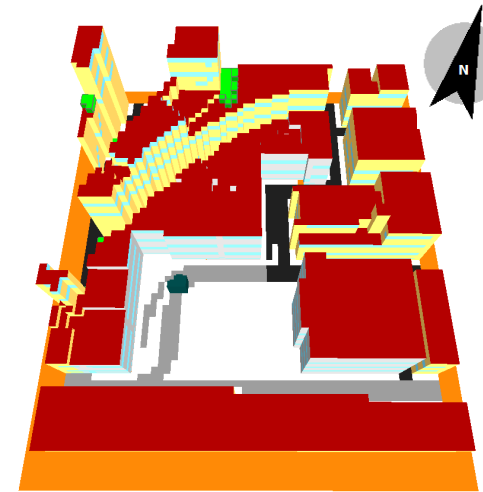
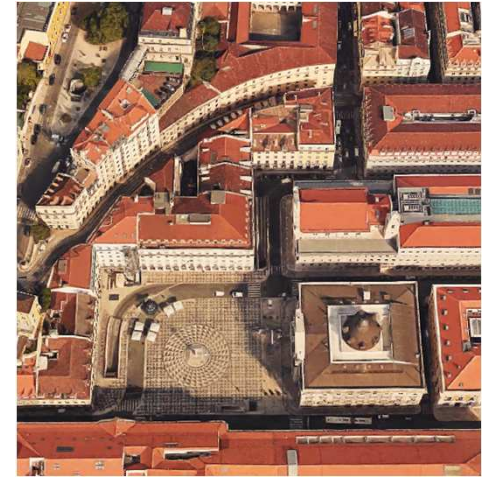
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

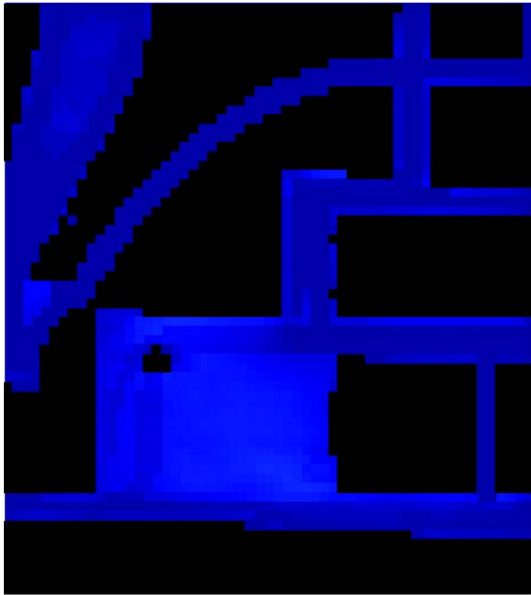


Min: 13°
Máx: 21°

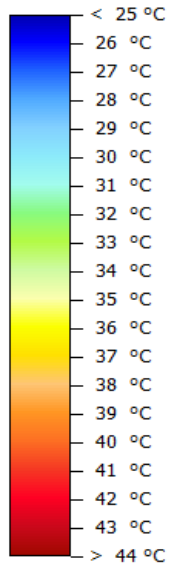
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 05h





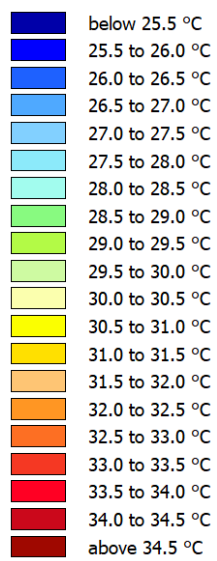
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 16°
Máx: 26°



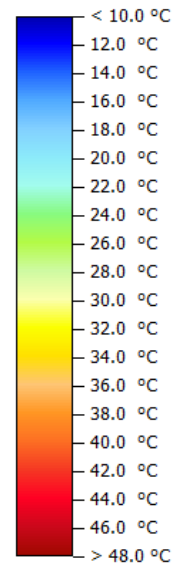
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 22°
Máx: 24°



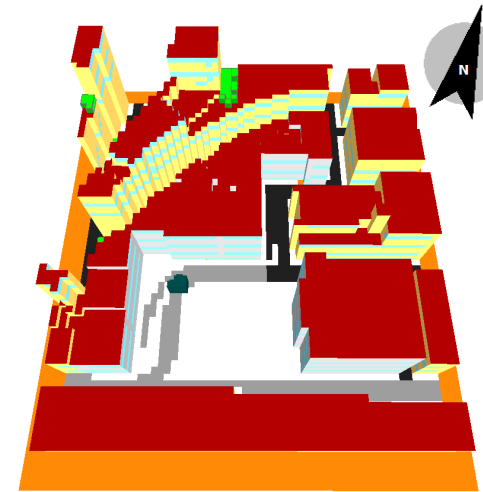
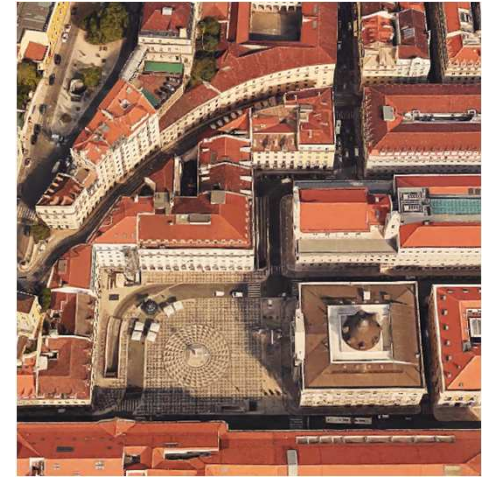
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

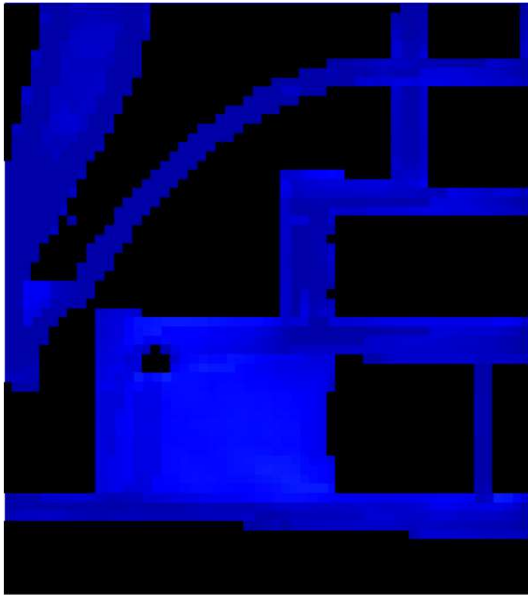


Min: 15°
Máx: 21°

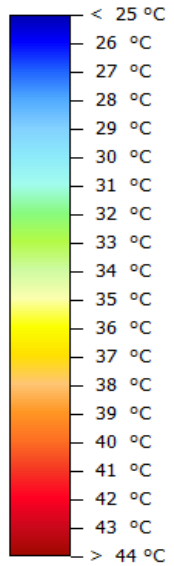
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 06h





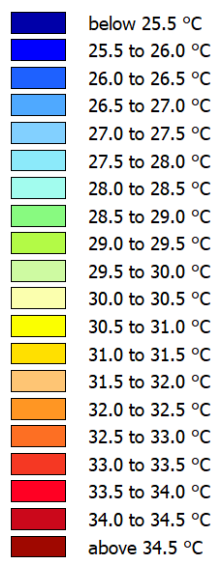
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 18°
Máx: 26°



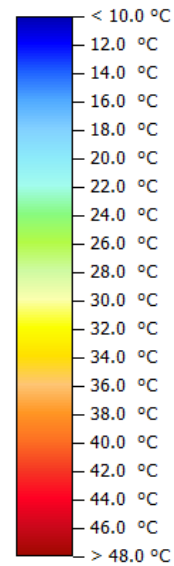
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 22°
Máx: 25°



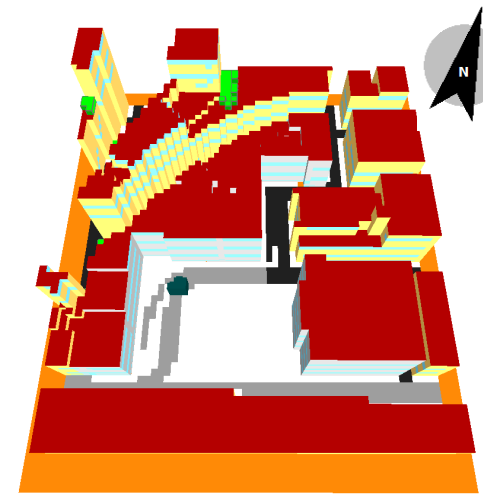
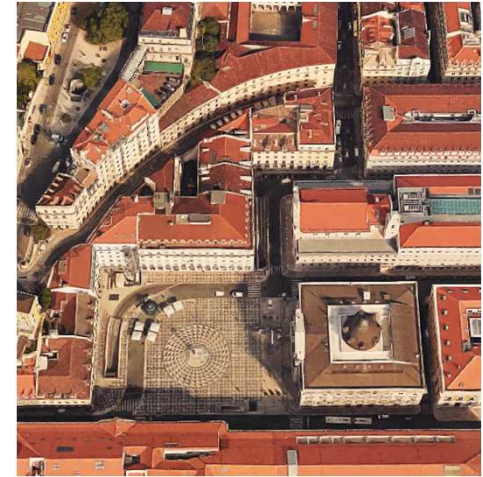
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

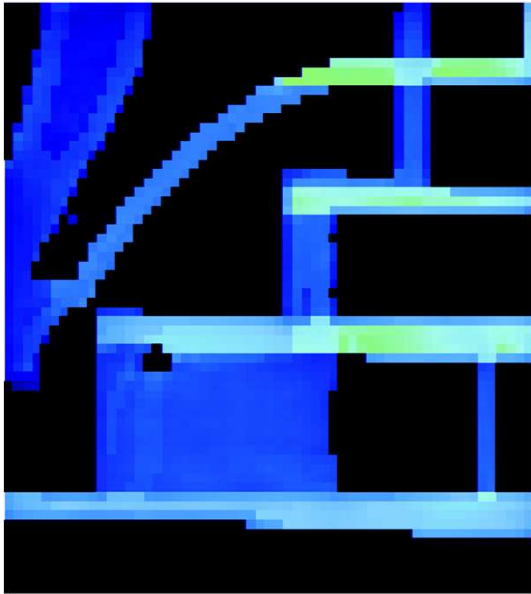


Min: 15°
Máx: 60°

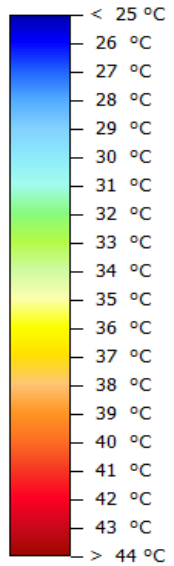
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 07h

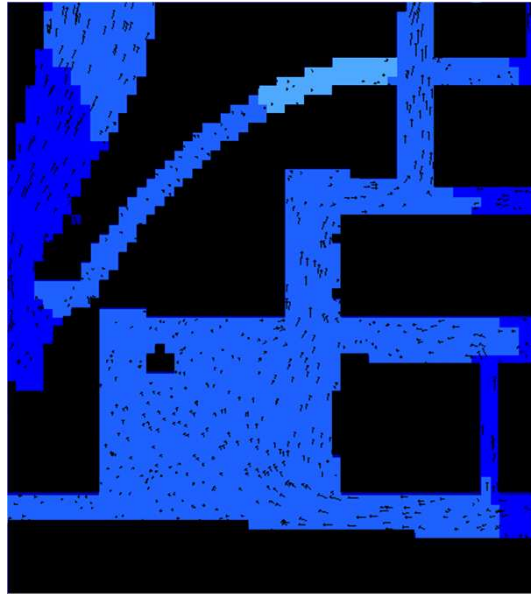




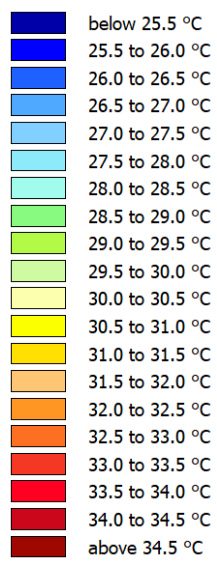
Temperatura Superfície (no solo)



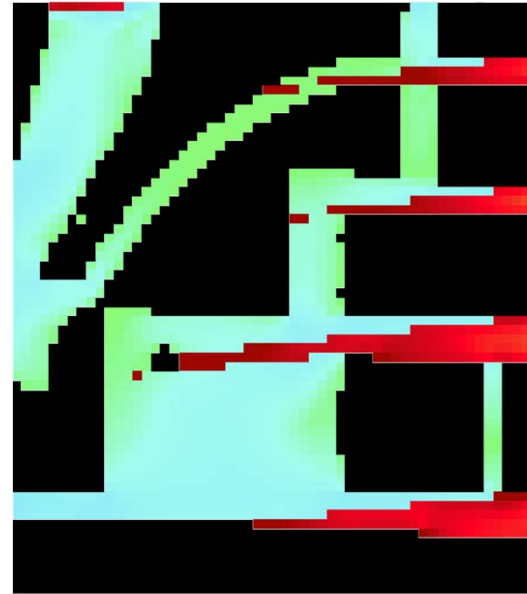
Min: 20°
Máx: 32°



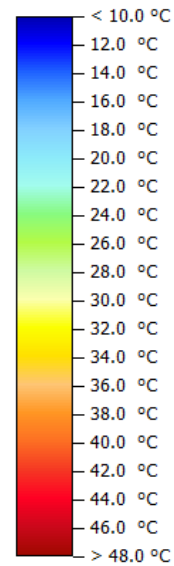
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 24°
Máx: 27°



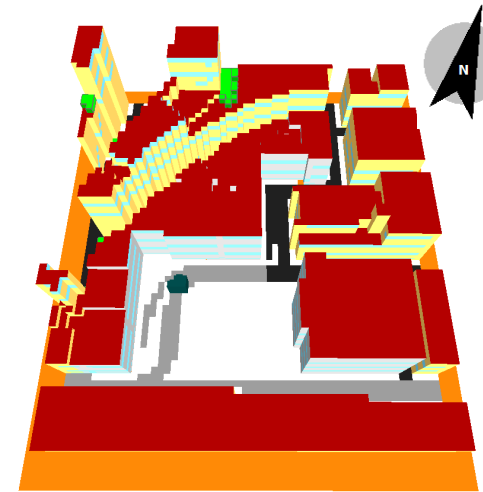
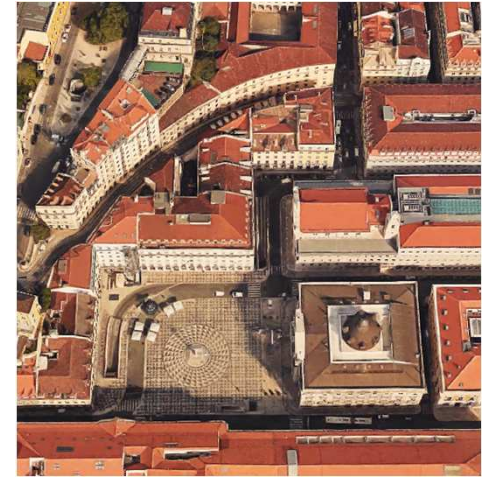
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

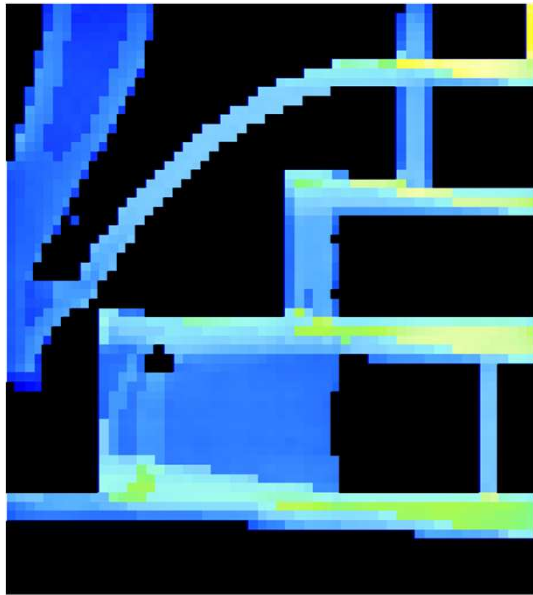


Min: 17°
Máx: 56°

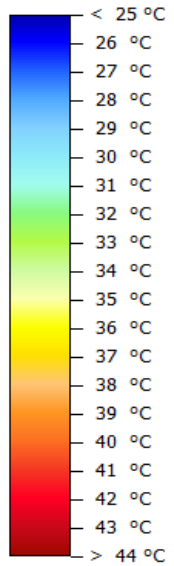
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 08h

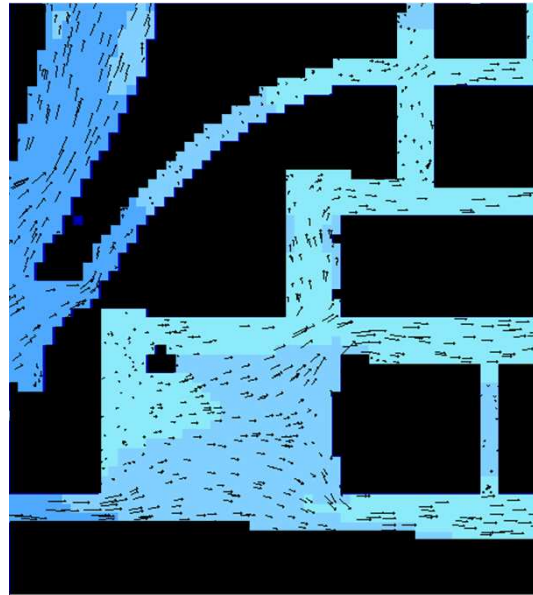




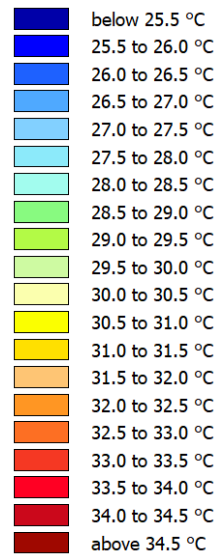
Temperatura Superfície (no solo)



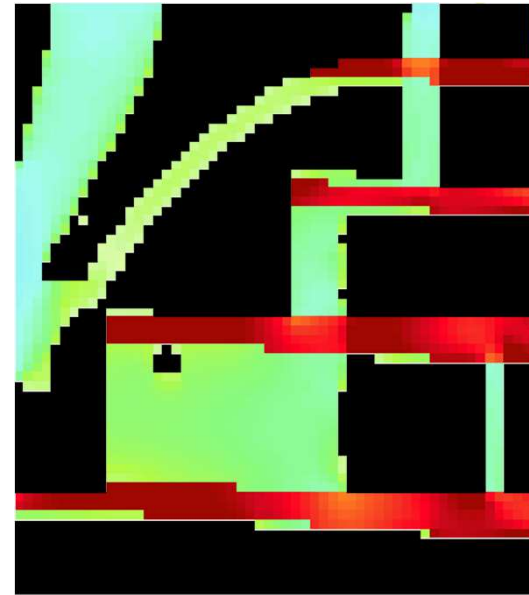
**Min: 20°
Máx: 42°**



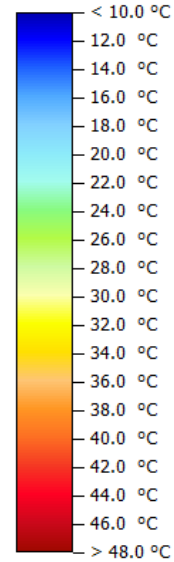
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Min: 23°
Máx: 28°**



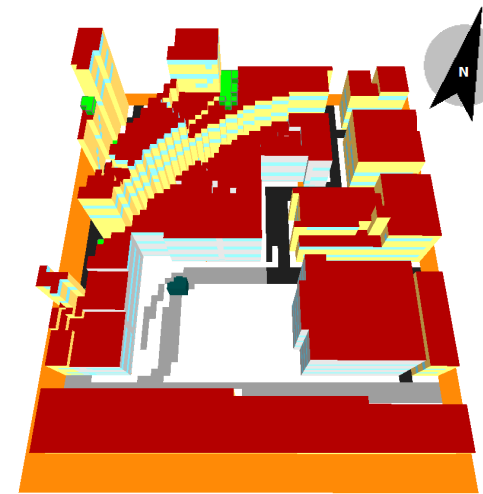
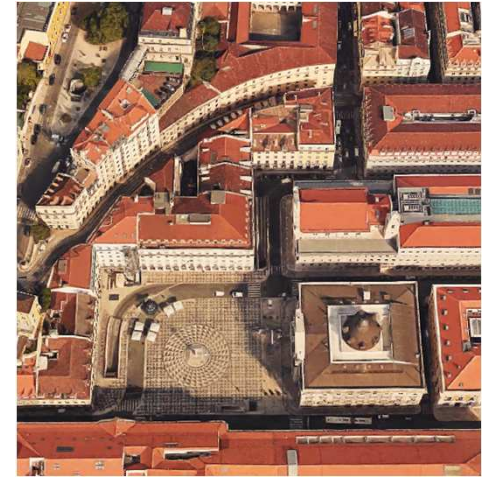
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

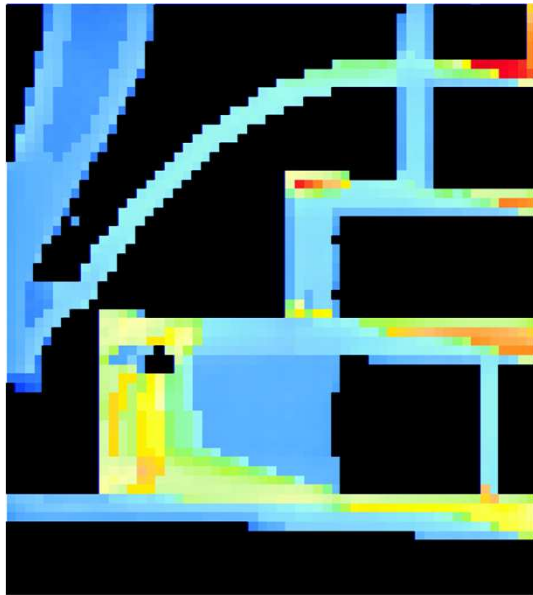


**Min: 17°
Máx: 60°**

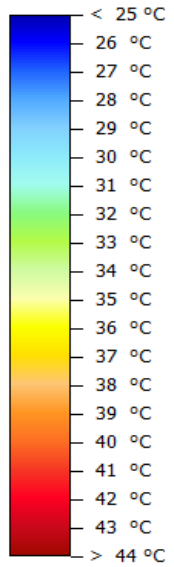
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 09h

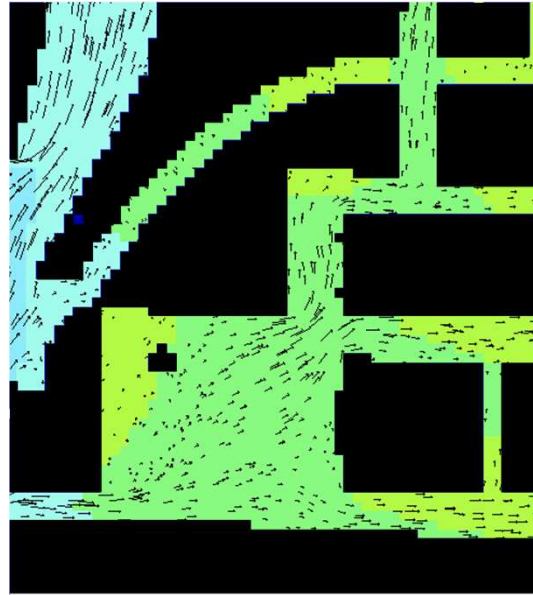




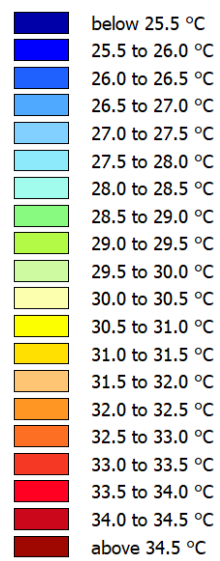
Temperatura Superfície (no solo)



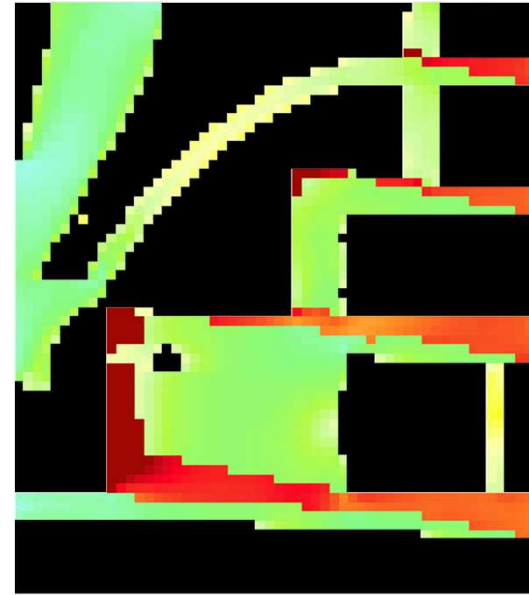
Min: 20°
Máx: 42°



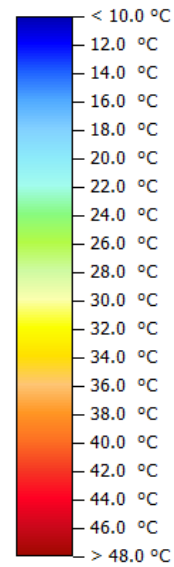
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 25°
Máx: 30°



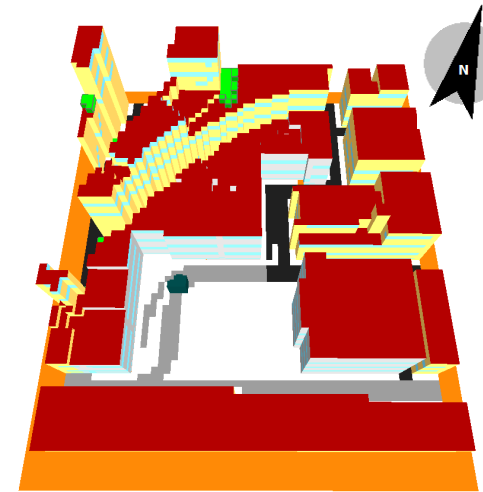
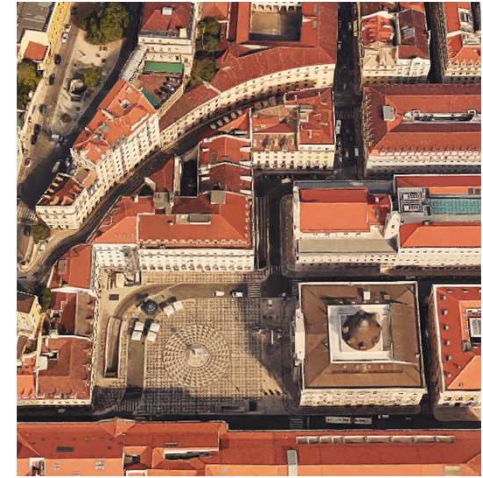
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

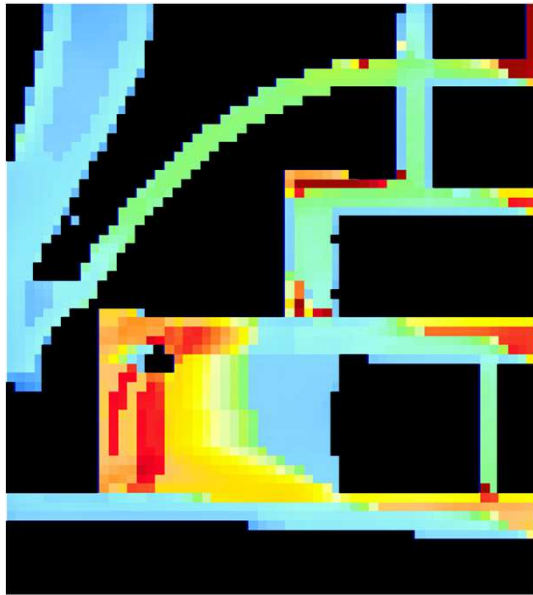


Min: 20°
Máx: 56°

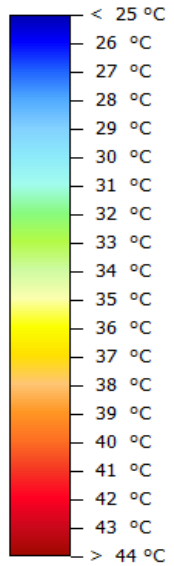
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 10h





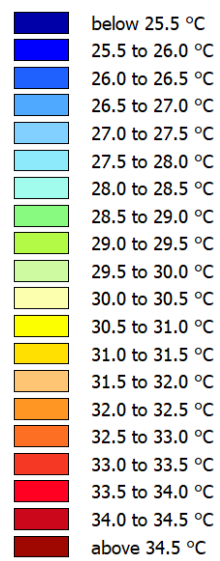
Temperatura Superfície (no solo)



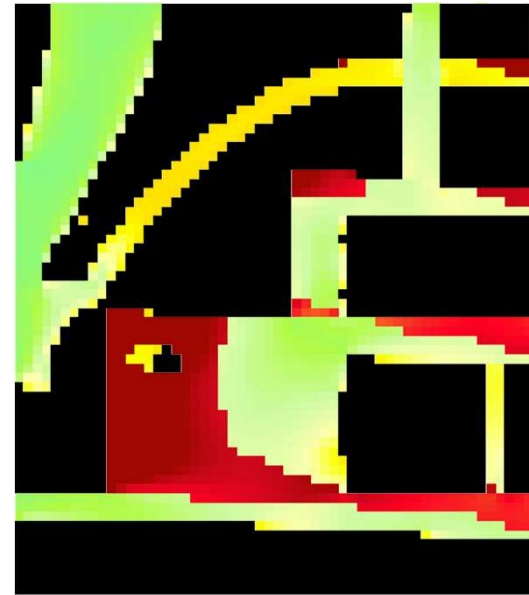
Min: 20°
Máx: 47°



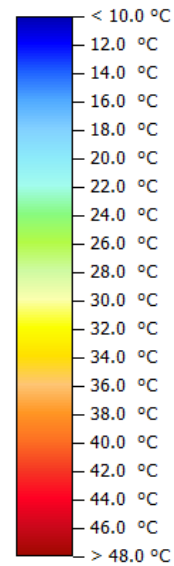
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 25°
Máx: 31°



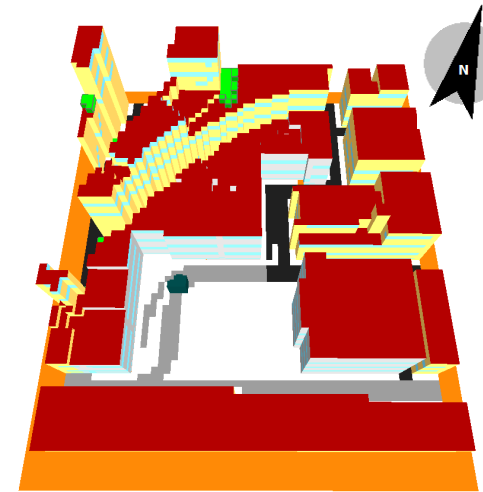
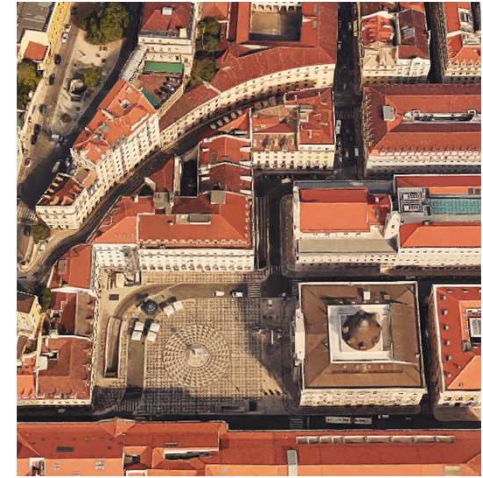
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

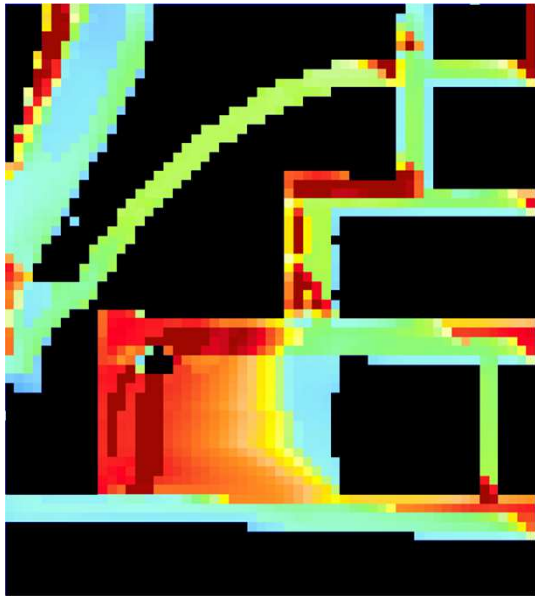


Min: 25°
Máx: 56°

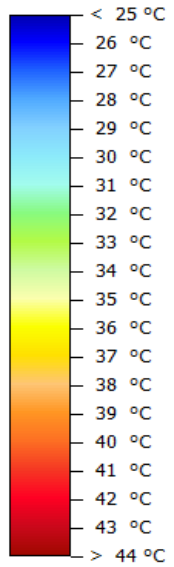
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 11h

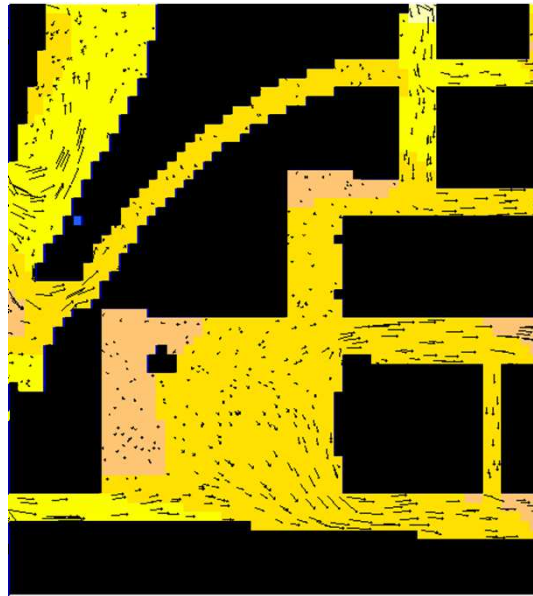




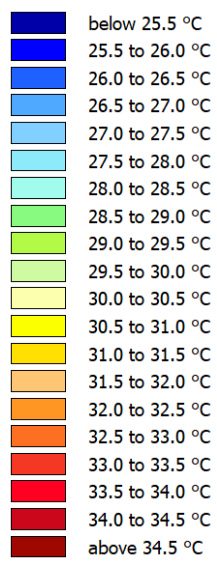
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 50°



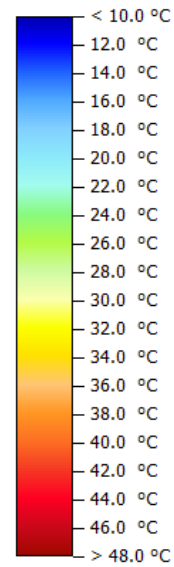
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 26°
Máx: 32°



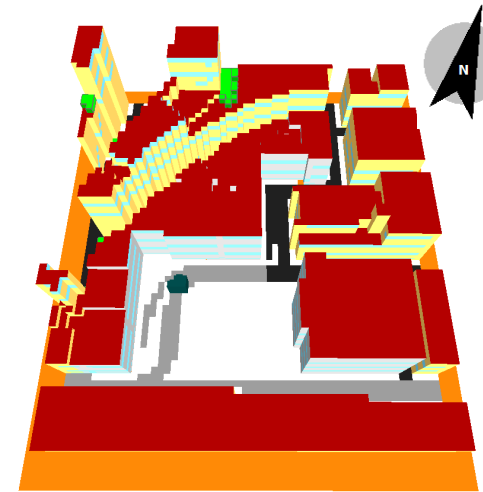
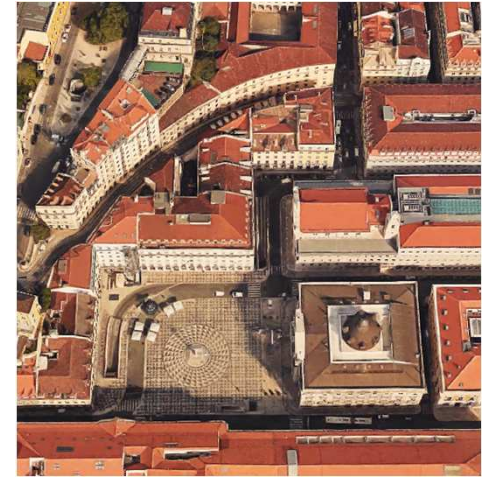
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

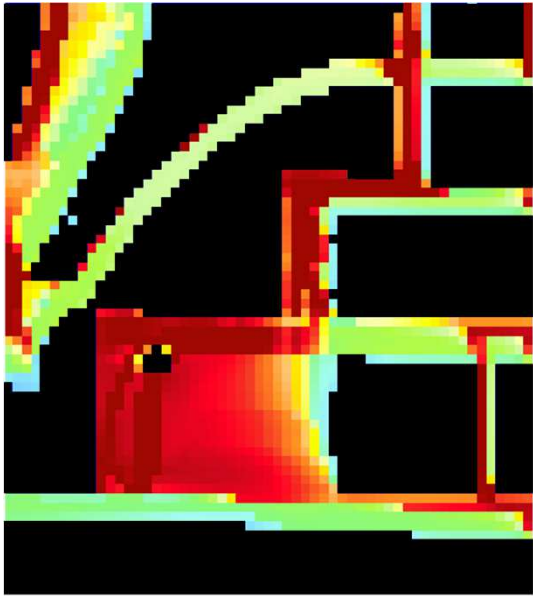


Min: 28°
Máx: 54°

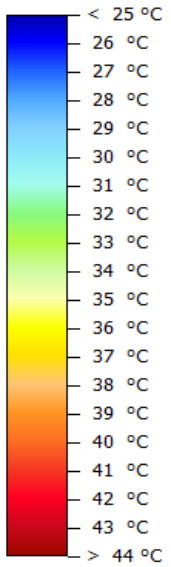
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 12h





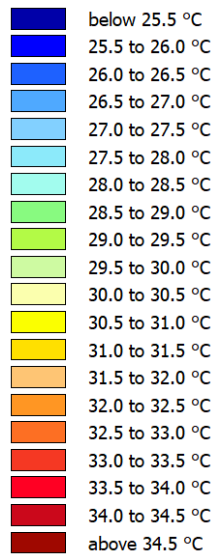
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 52°



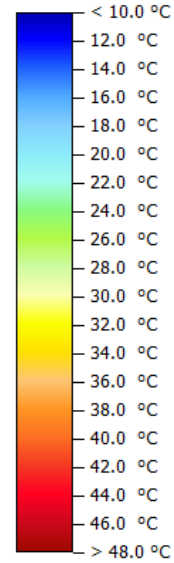
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 27°
Máx: 34°



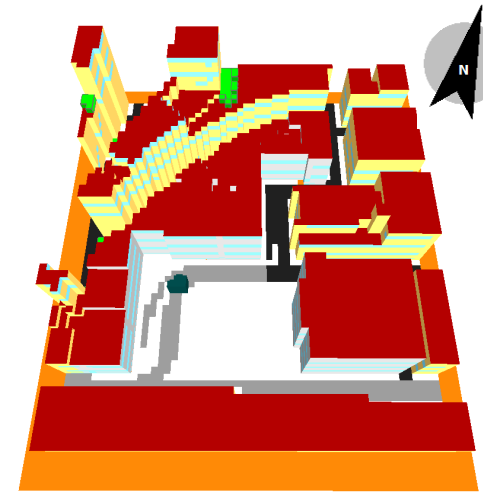
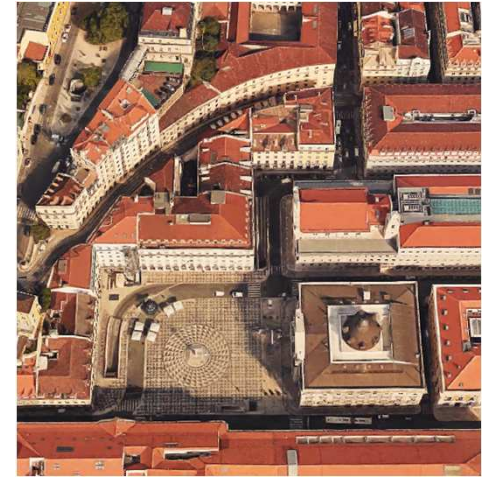
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

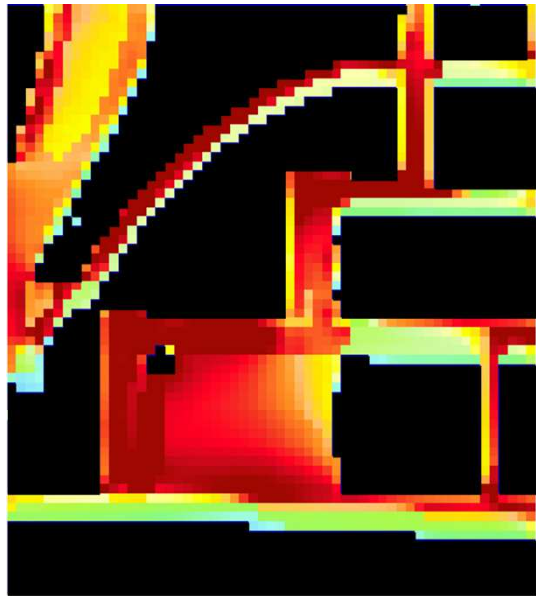


Min: 30°
Máx: 53°

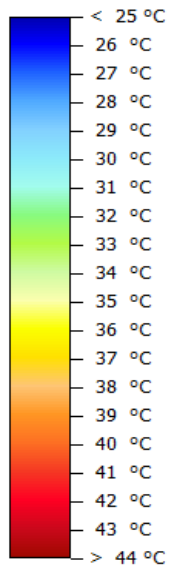
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 13h





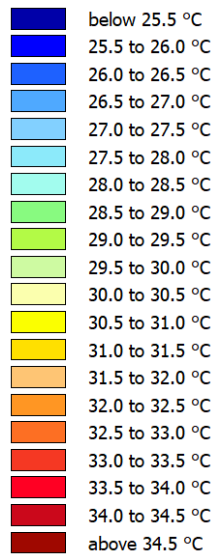
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 51°



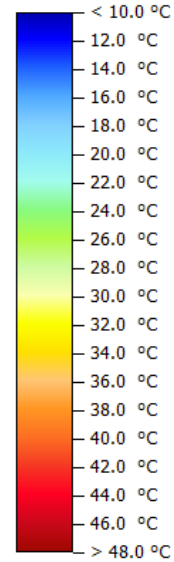
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 28°
Máx: 34°



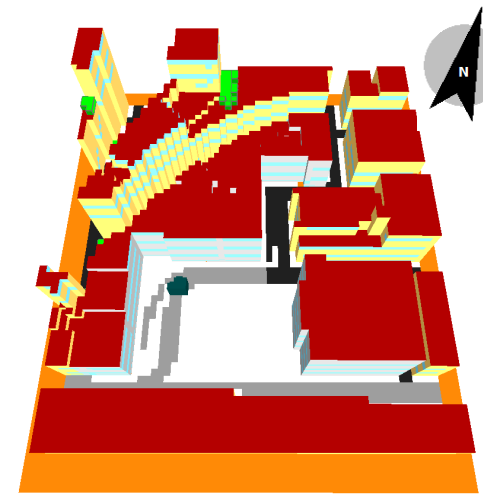
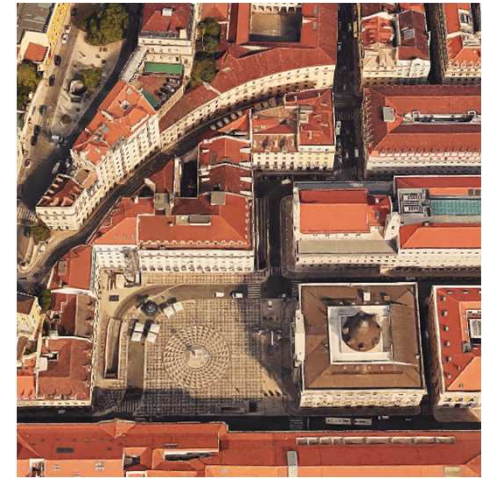
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

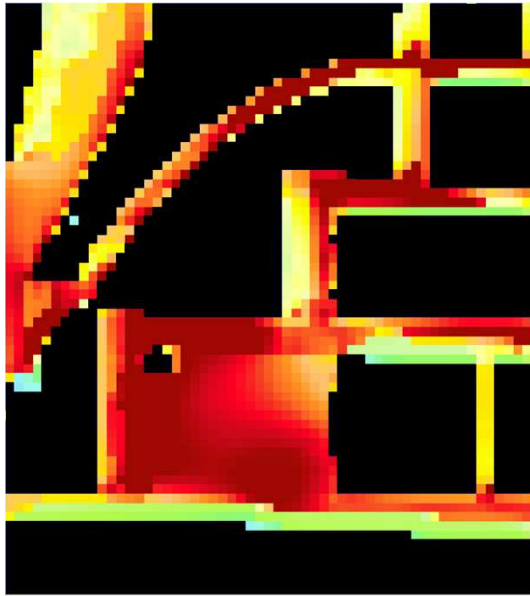


Min: 34°
Máx: 53°

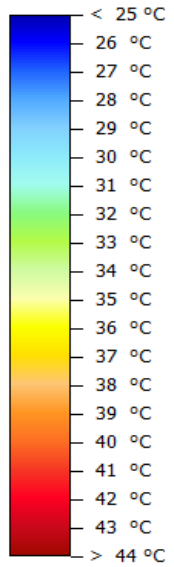
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 14h

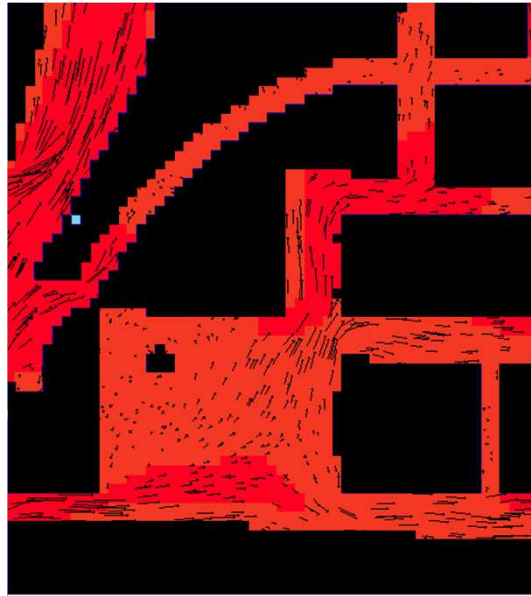




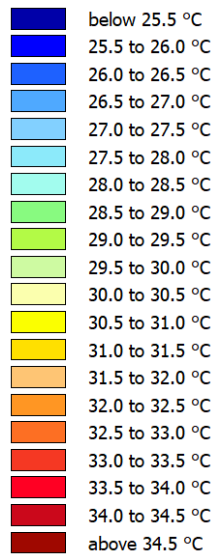
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
 Máx: 52°



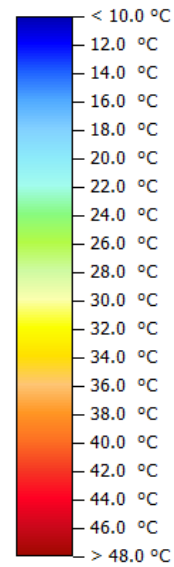
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 27°
 Máx: 34°



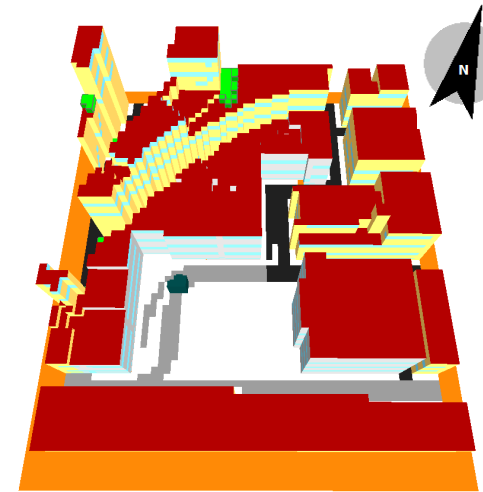
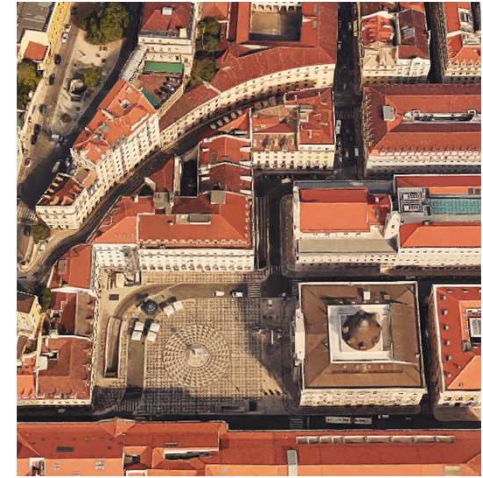
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

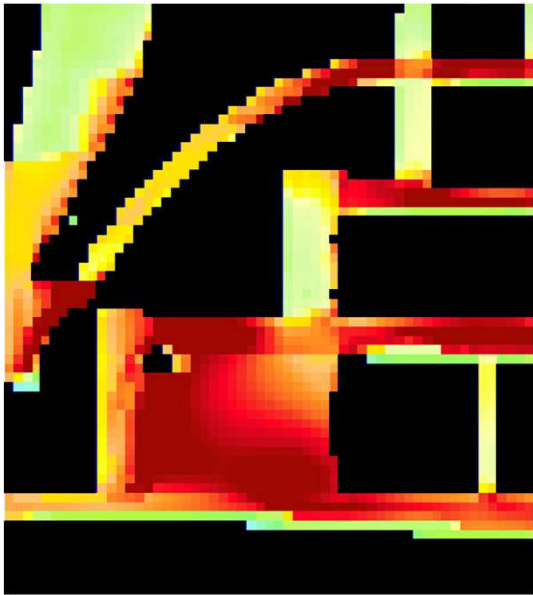


Min: 34°
 Máx: 52°

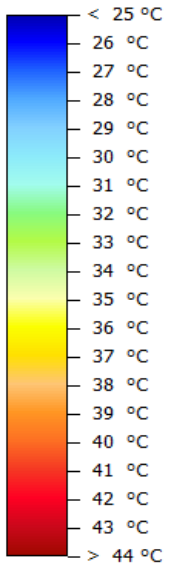
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 15h





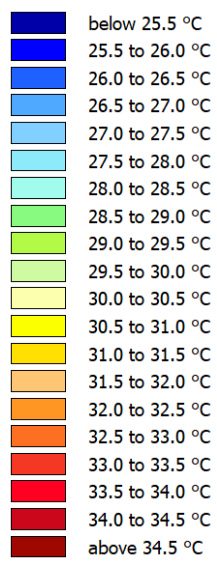
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 51°



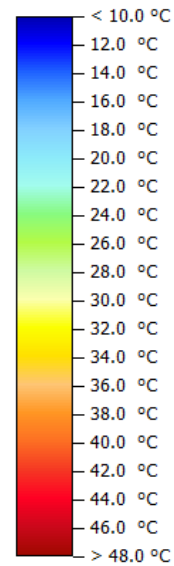
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 30°
Máx: 34°



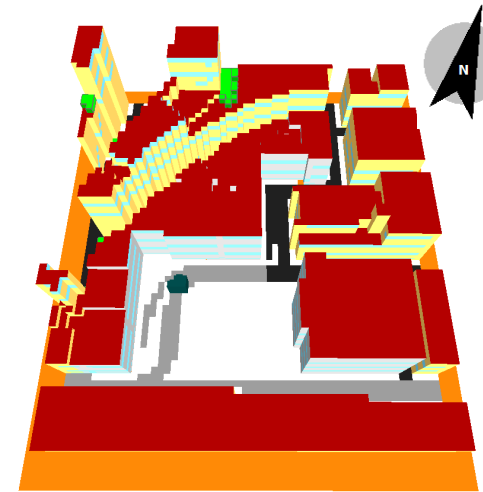
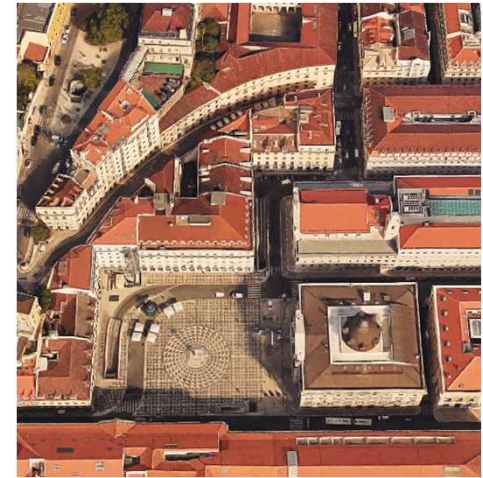
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

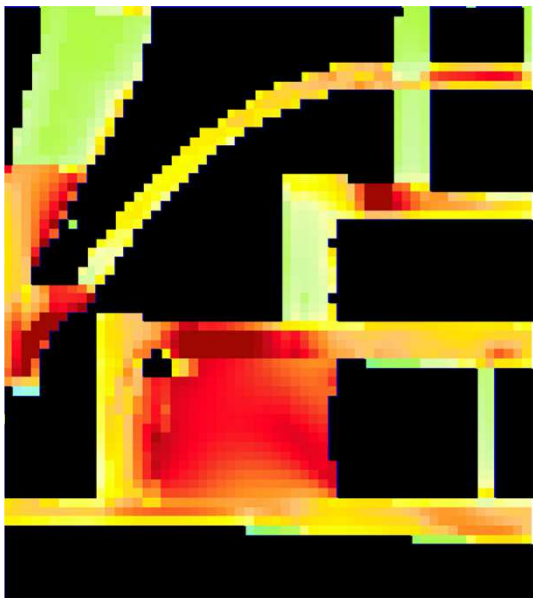


Min: 30°
Máx: 55°

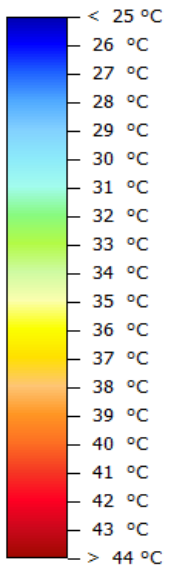
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 16h





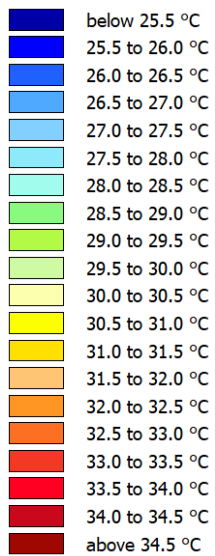
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 47°



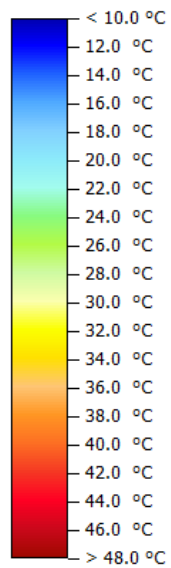
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 31°
Máx: 33°



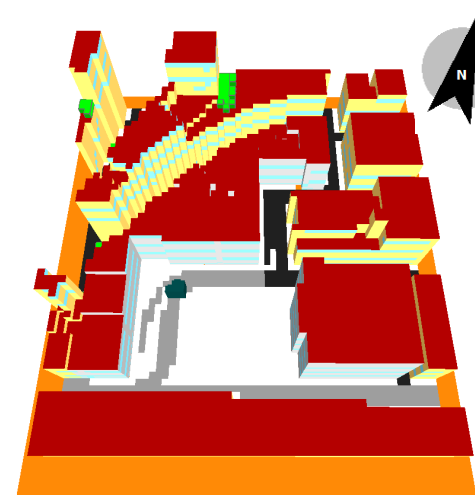
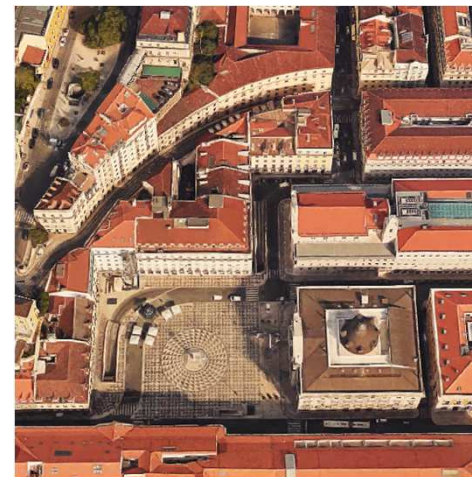
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

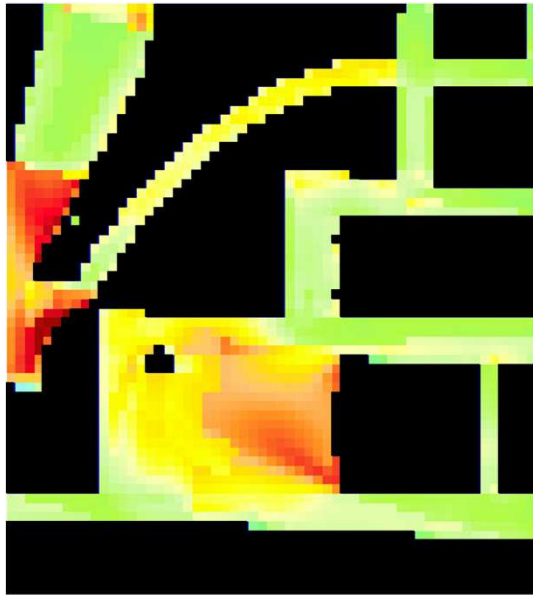


Min: 27°
Máx: 50°

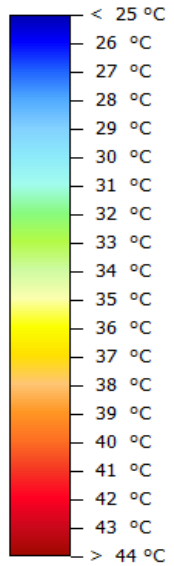
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 17h

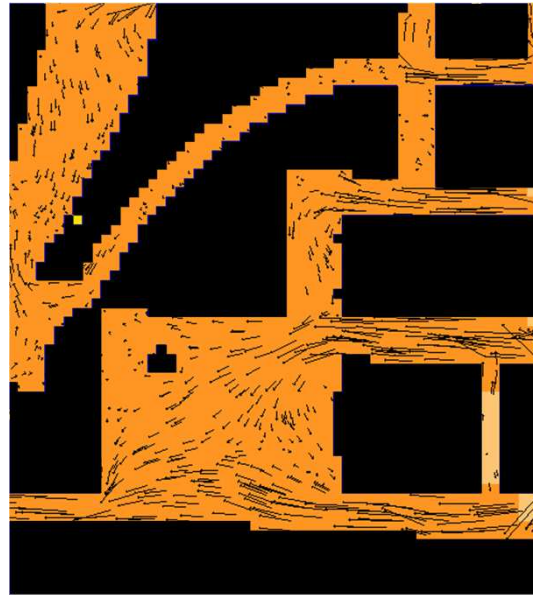




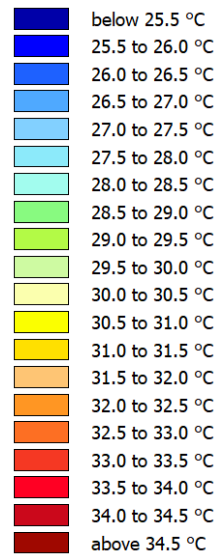
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 45°



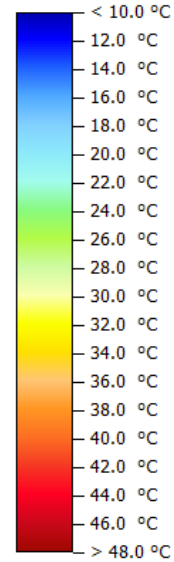
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 31°
Máx: 32°



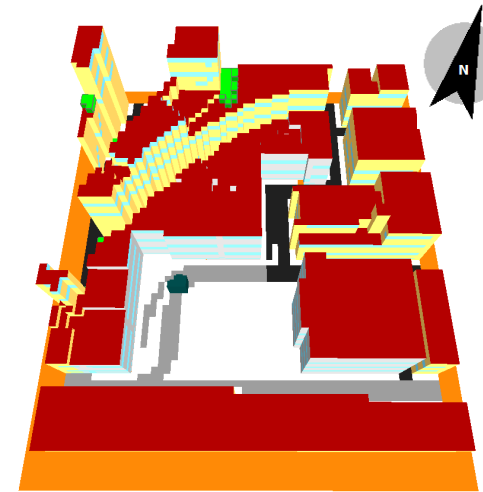
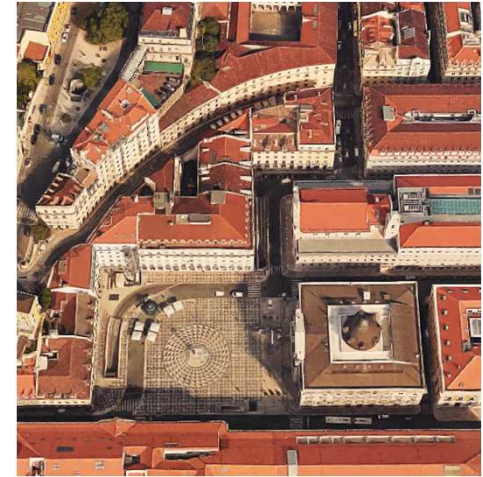
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

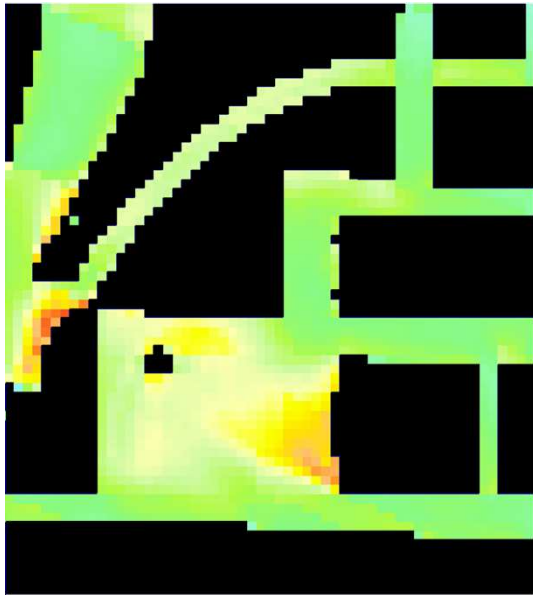


Min: 26°
Máx: 45°

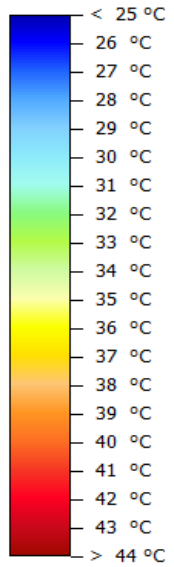
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 18h

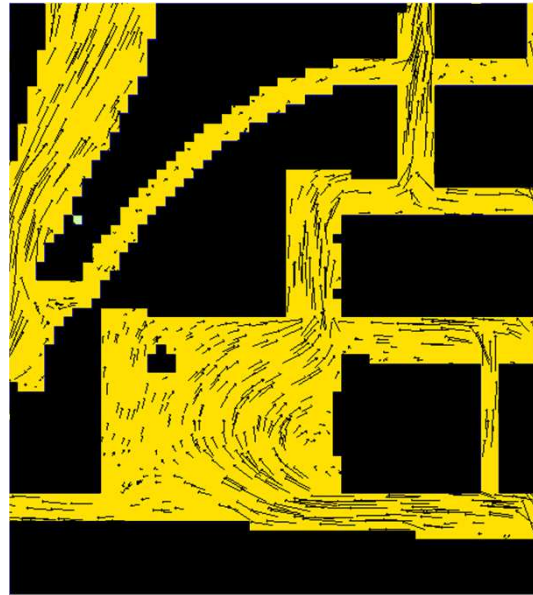




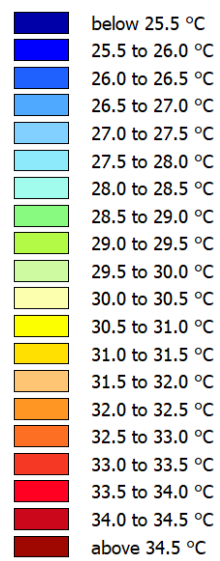
Temperatura Superfície (no solo)



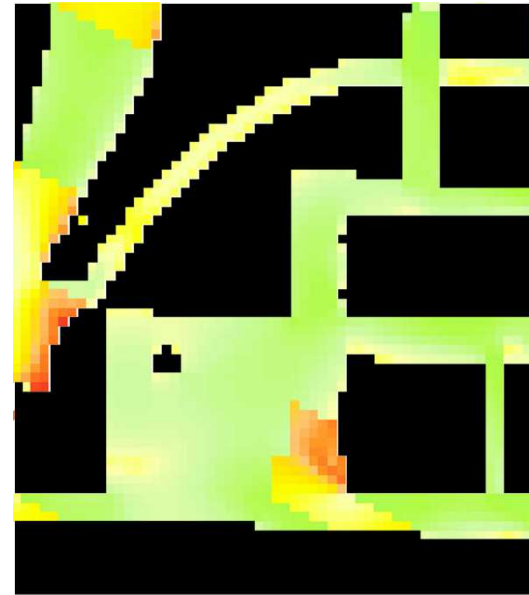
Min: 20°
Máx: 40°



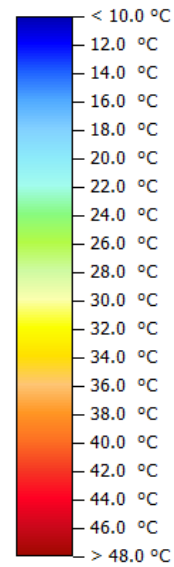
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 30°
Máx: 31°



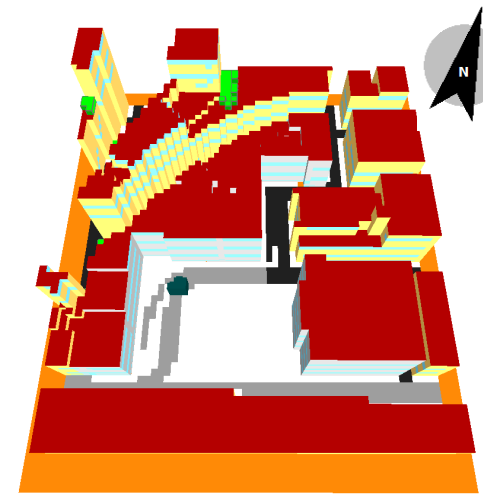
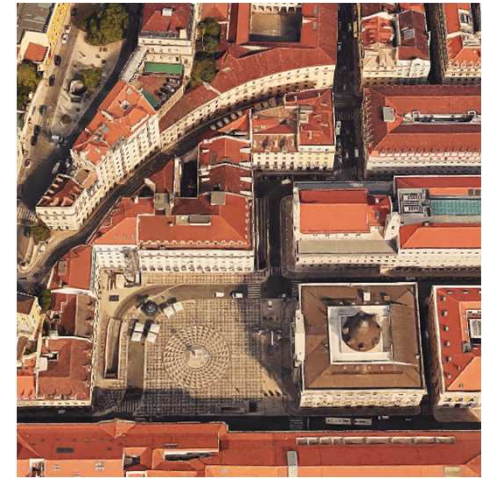
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

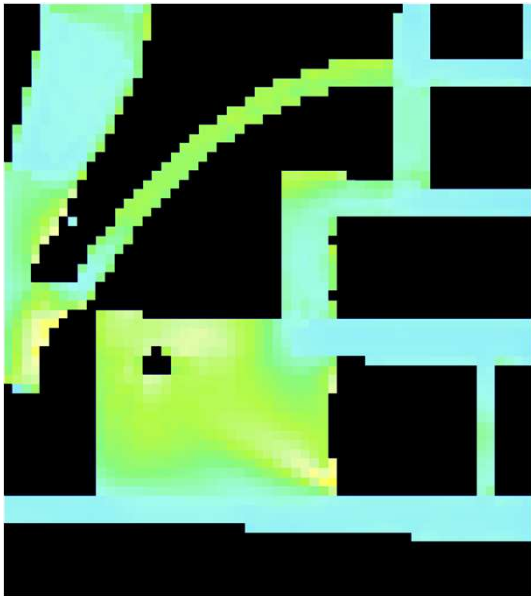


Min: 22°
Máx: 44°

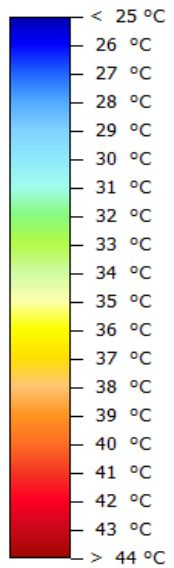
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 19h

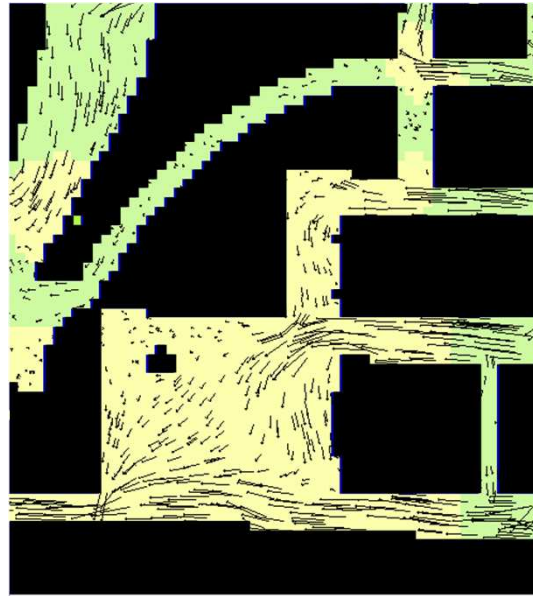




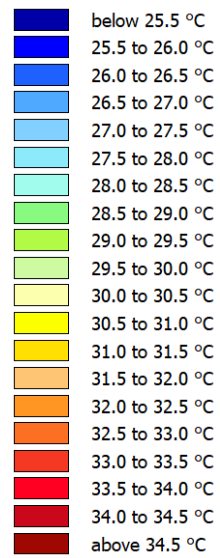
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 36°



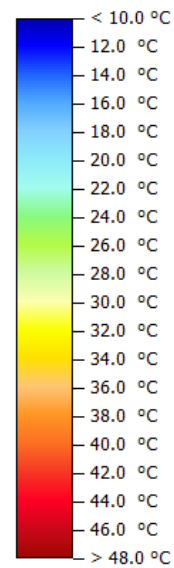
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 29°
Máx: 30°



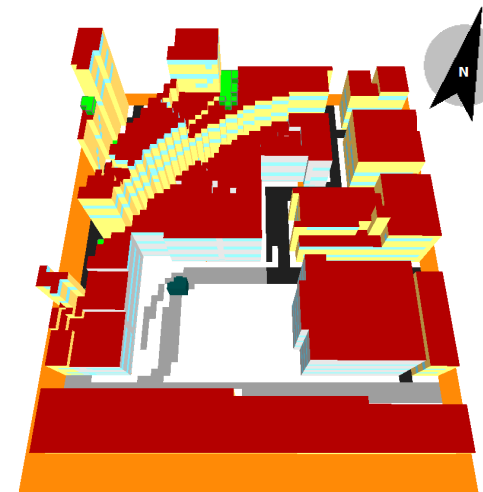
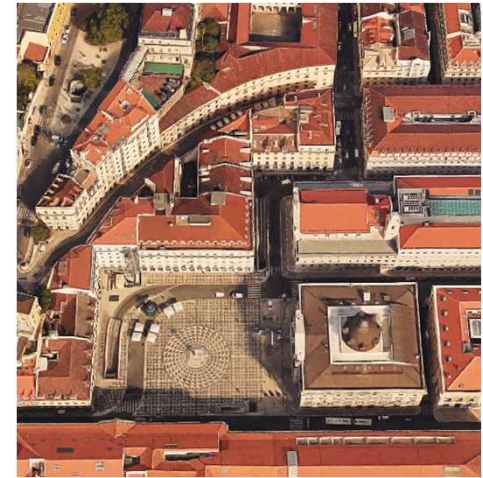
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

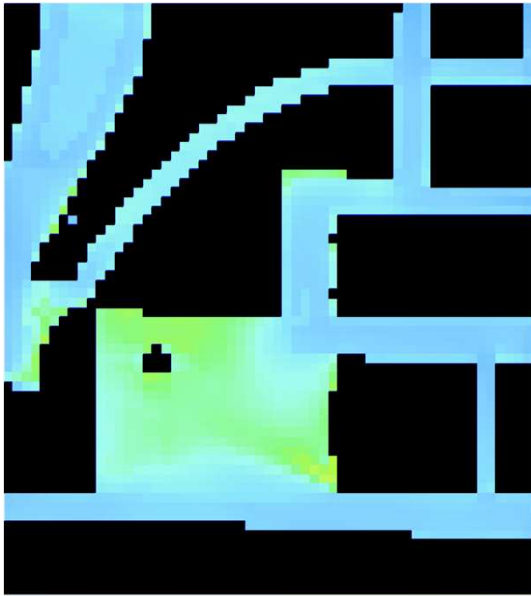


Min: 19°
Máx: 28°

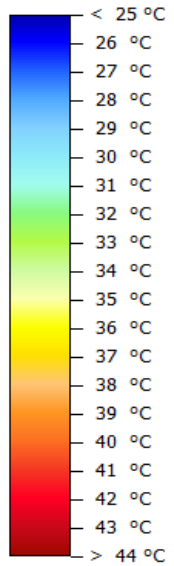
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 20h





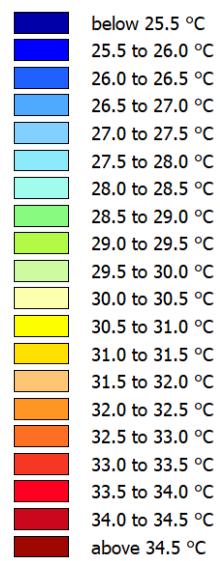
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 33°



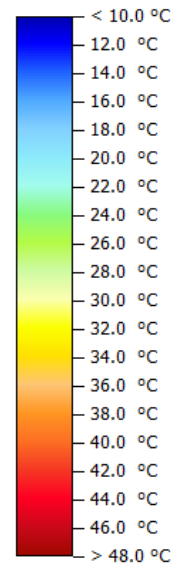
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 27°
Máx: 29°



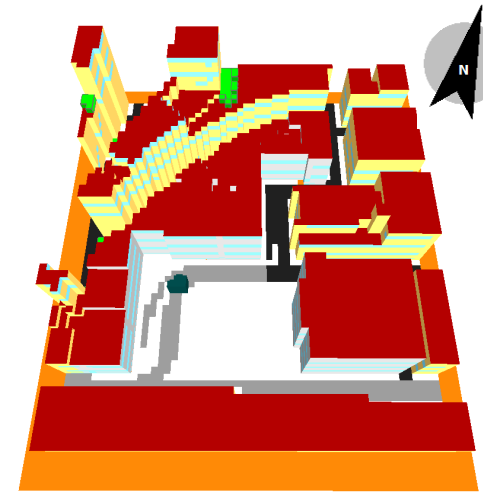
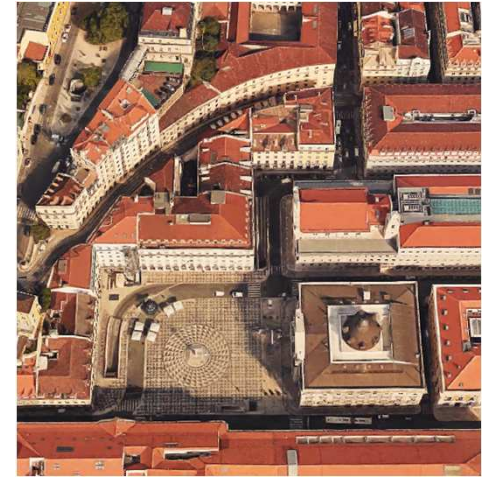
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

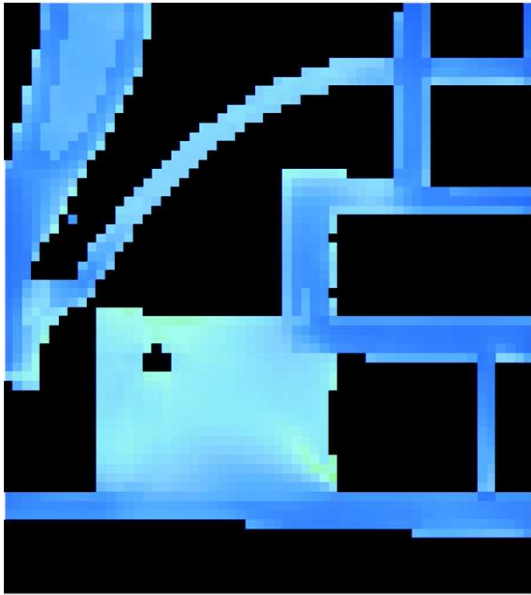


Min: 16°
Máx: 26°

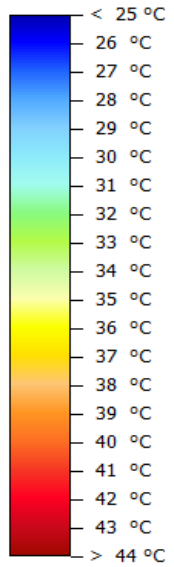
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 21h

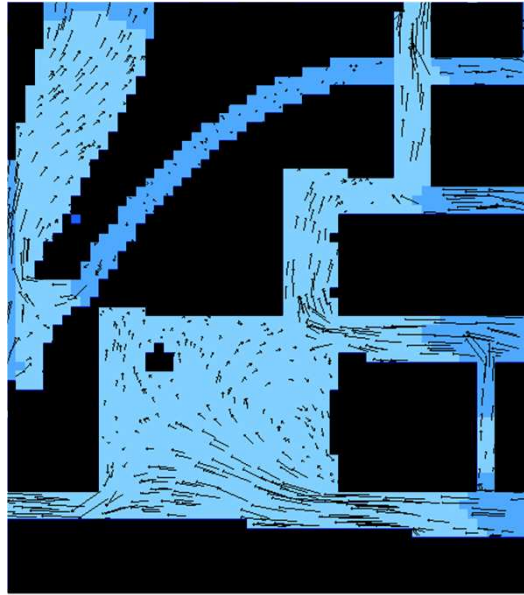




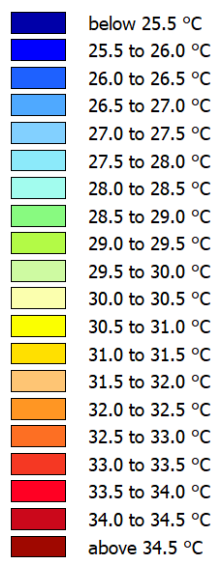
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 32°



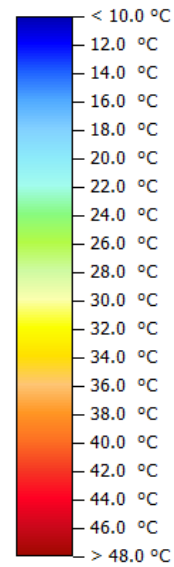
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 26°
Máx: 27°



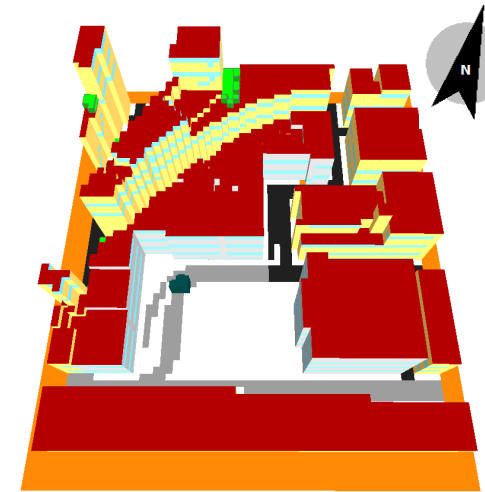
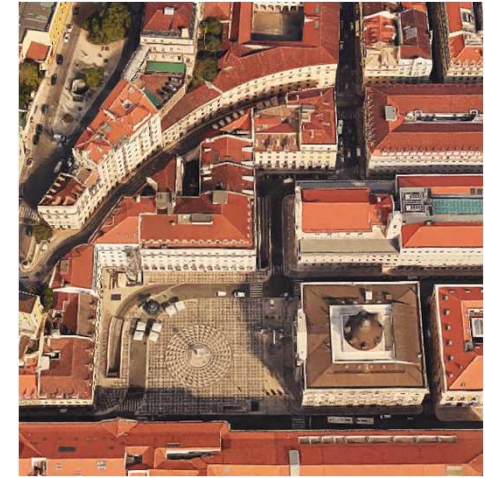
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

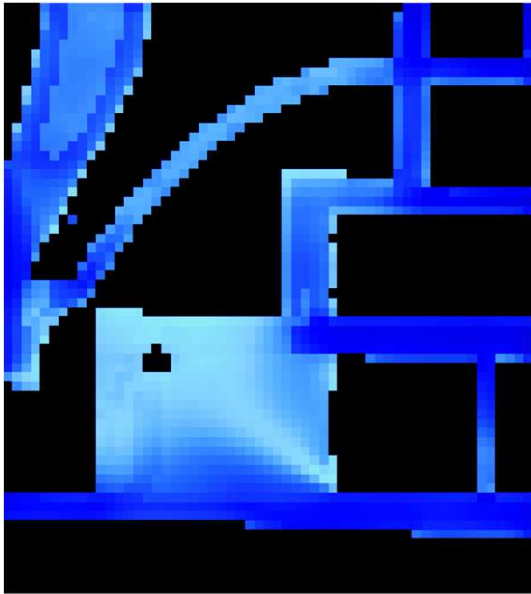


Min: 13°
Máx: 25°

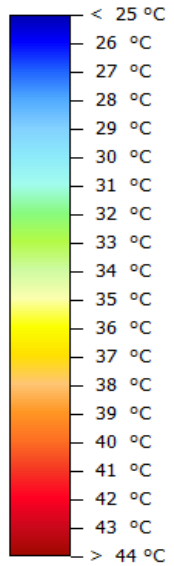
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 22h

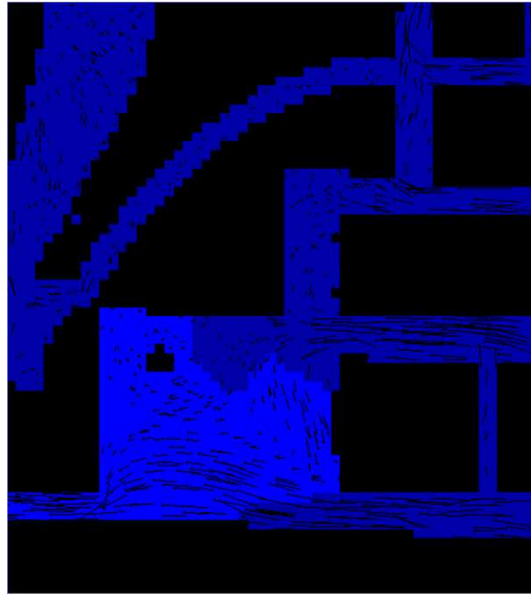




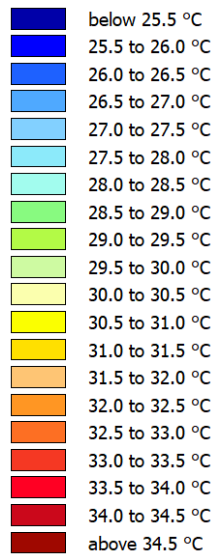
Temperatura Superfície (no solo)



Min: 20°
Máx: 30°



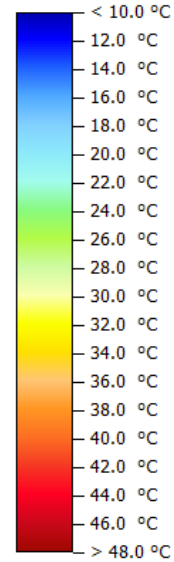
Temperatura Ar (a 1.5m)



Min: 25°
Máx: 26°



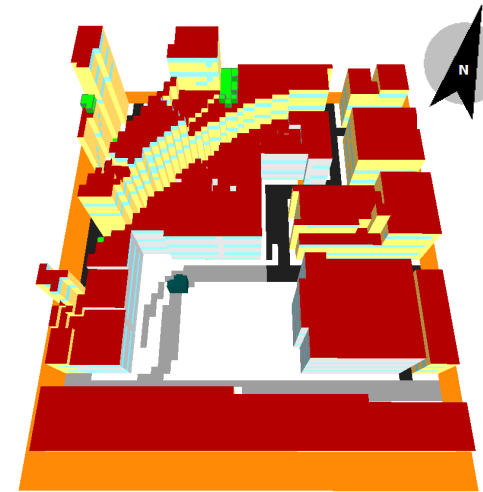
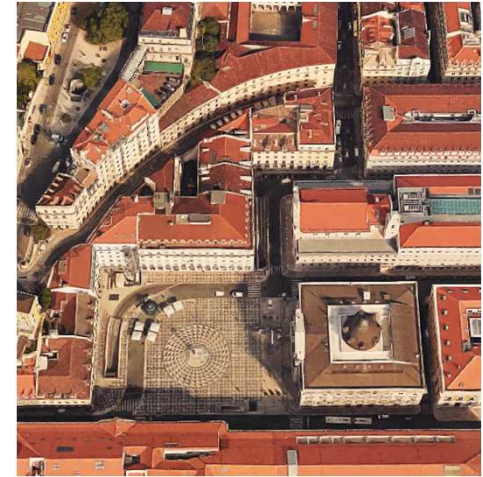
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Min: 11°
Máx: 24°

Dia: Onda Calor (22/07)

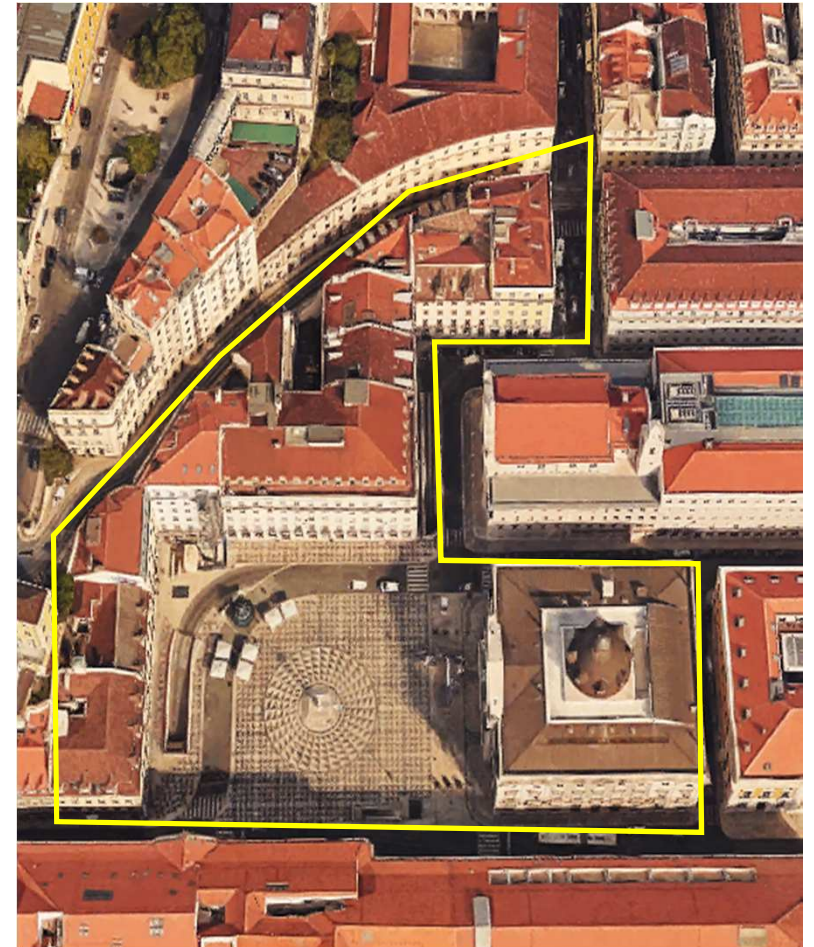
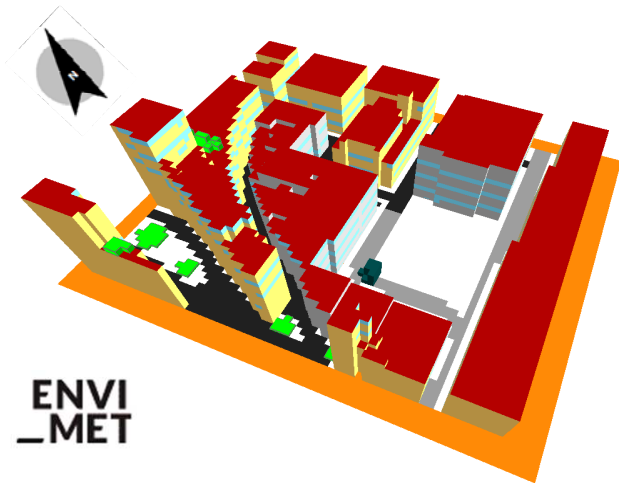
Hora: 23h



Zona – Praça do Município

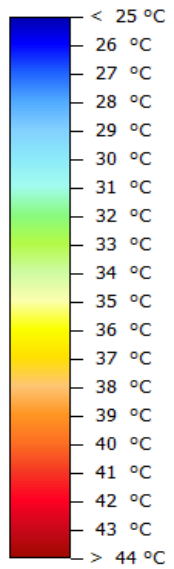
Simulação microclima:
Clima atual

Verão Típico

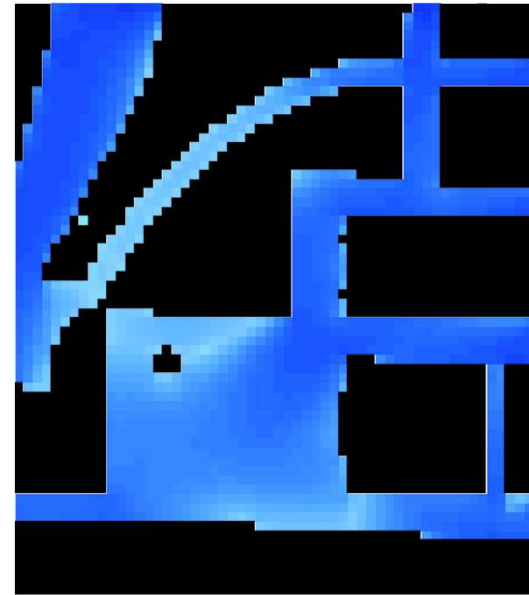
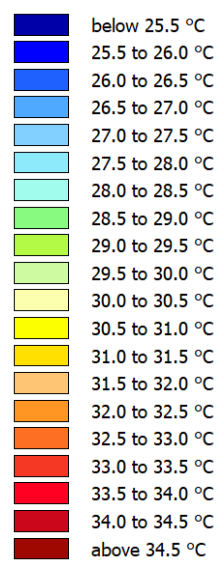




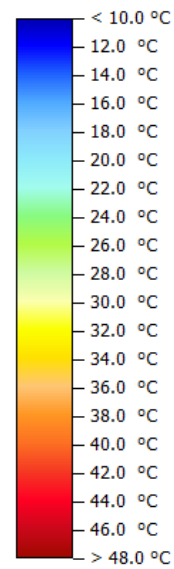
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

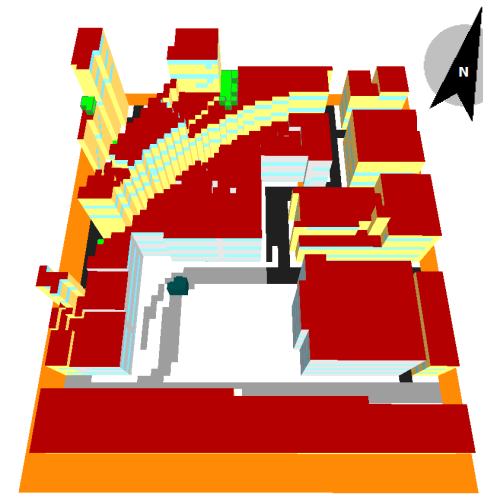
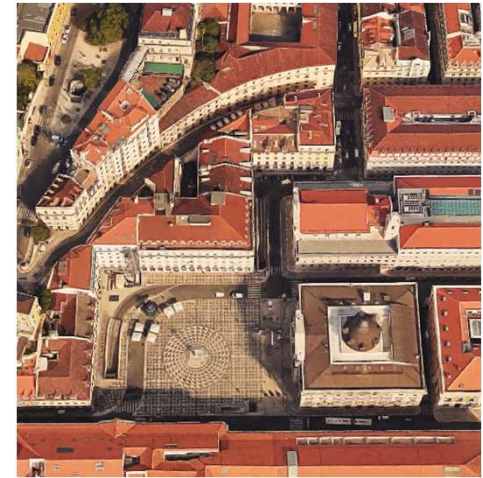


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



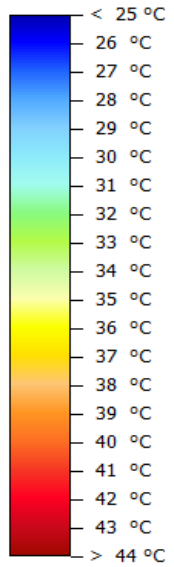
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 01h

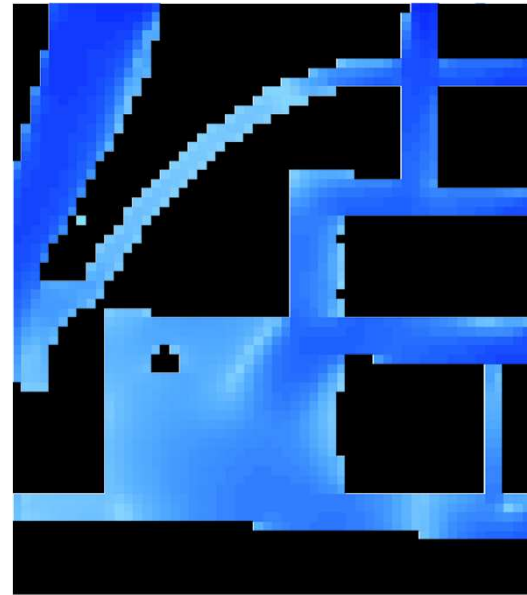
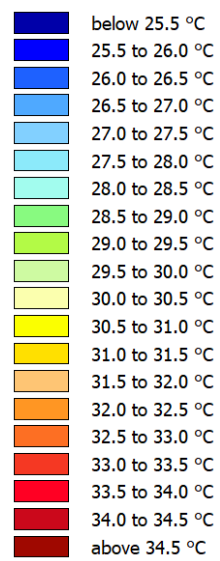




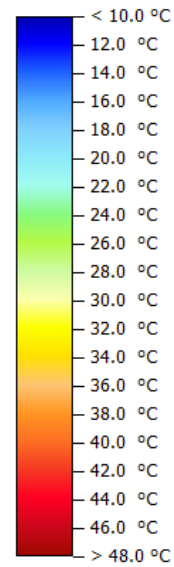
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

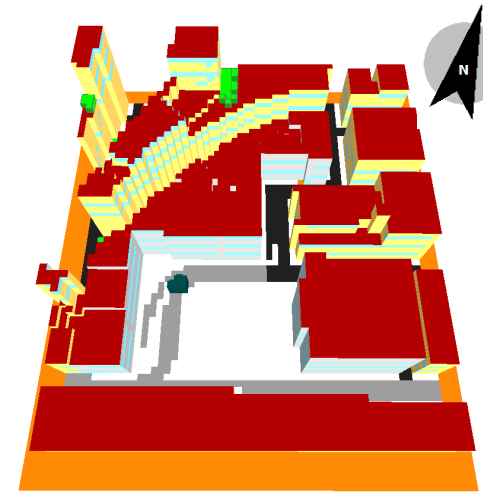
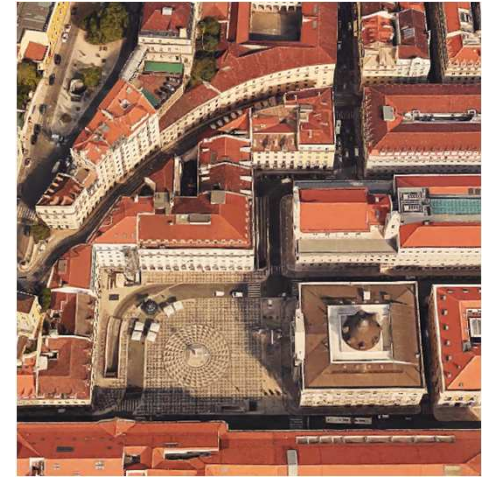


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



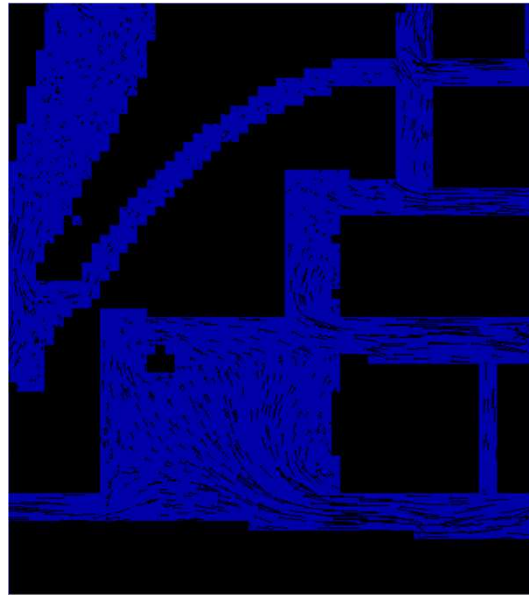
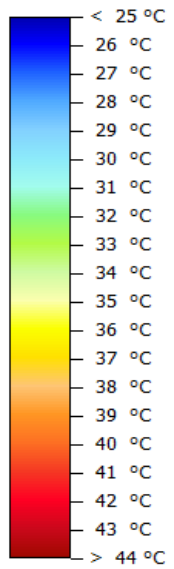
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 02h

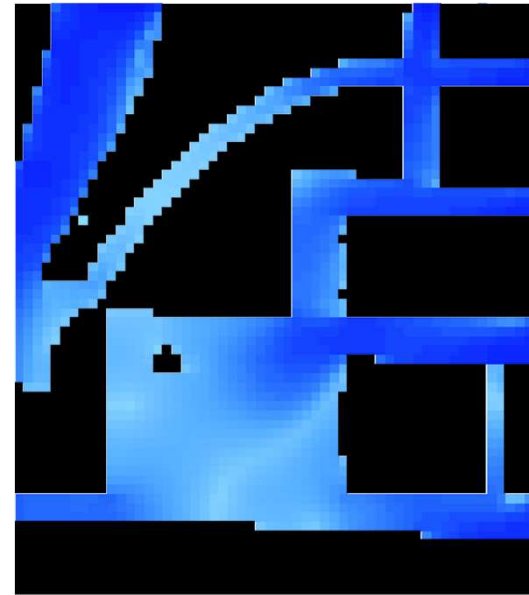
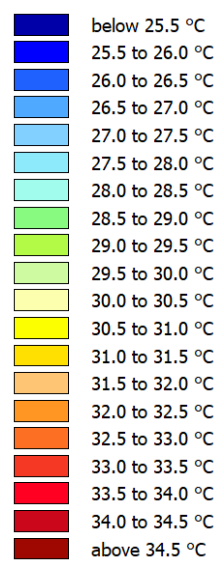




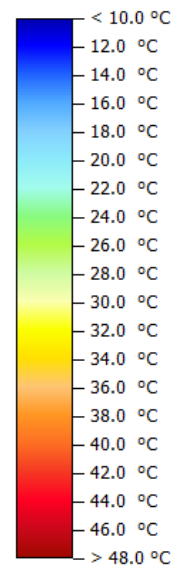
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

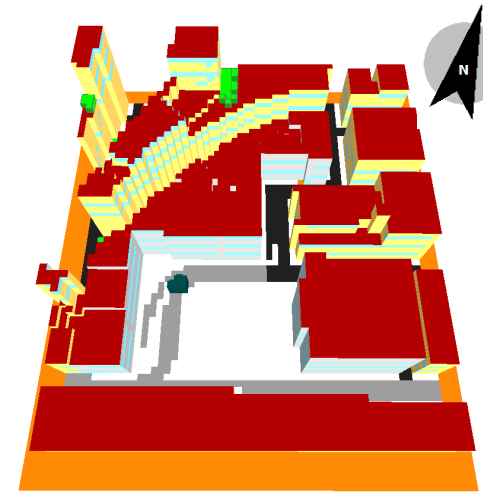
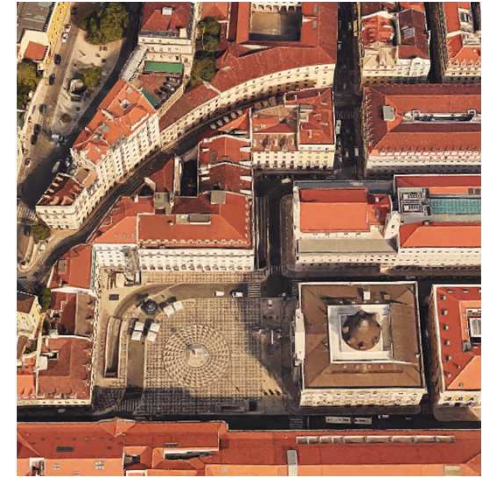


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



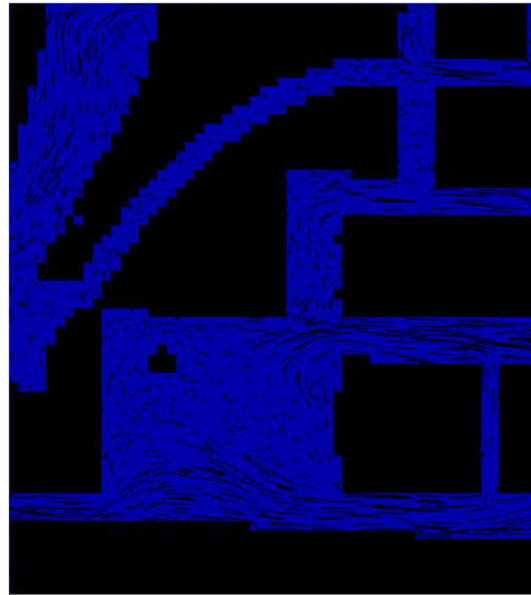
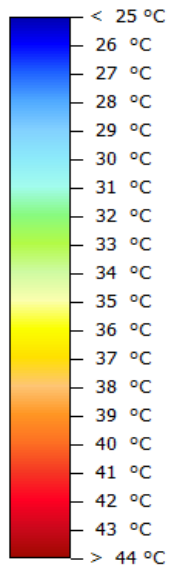
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 03h

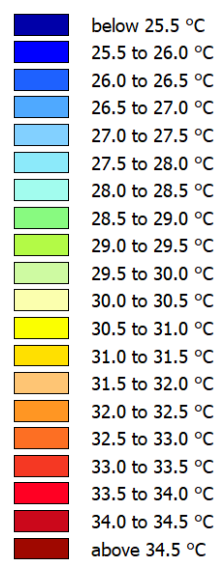




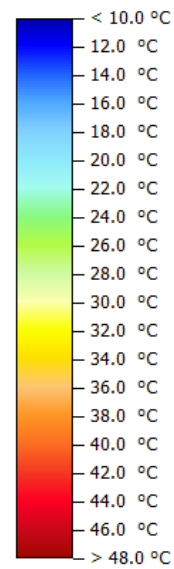
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

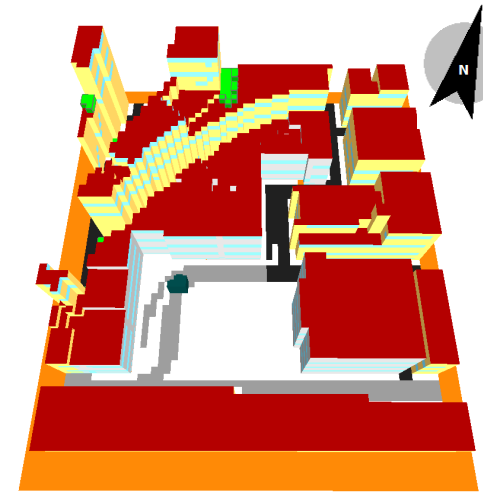
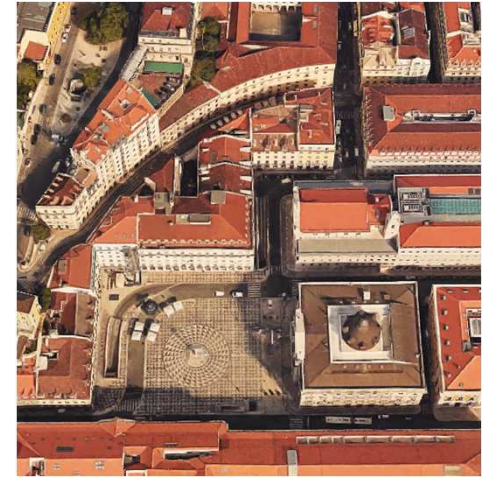


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



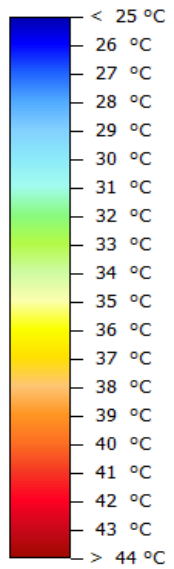
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 04h

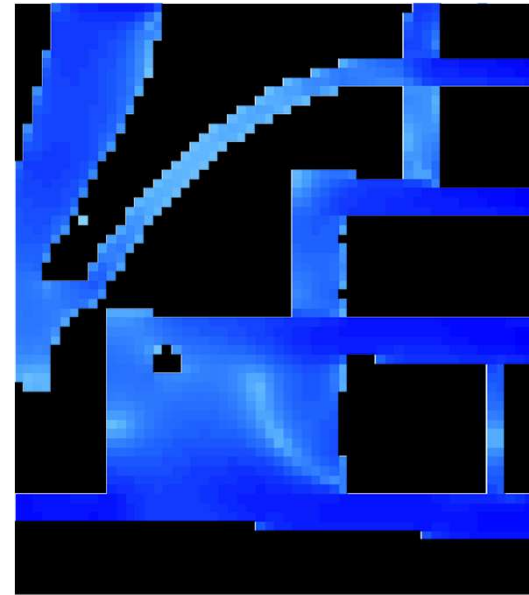
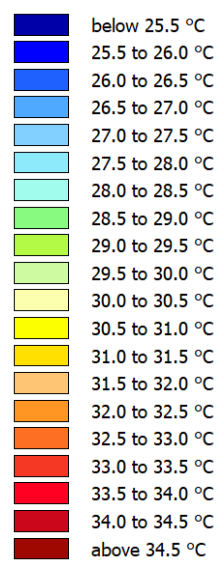




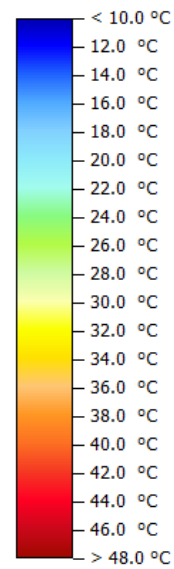
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

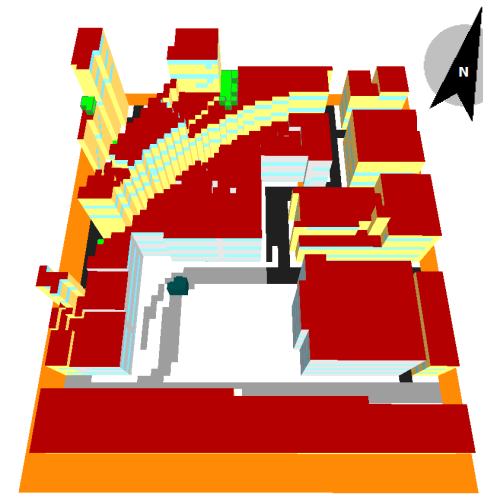
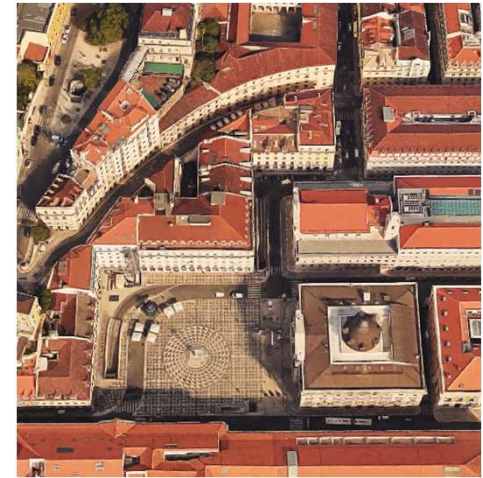


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



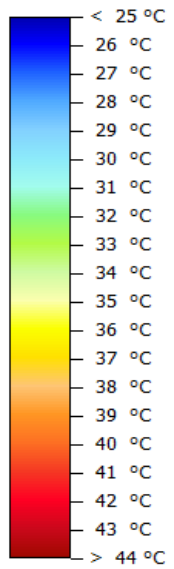
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 05h

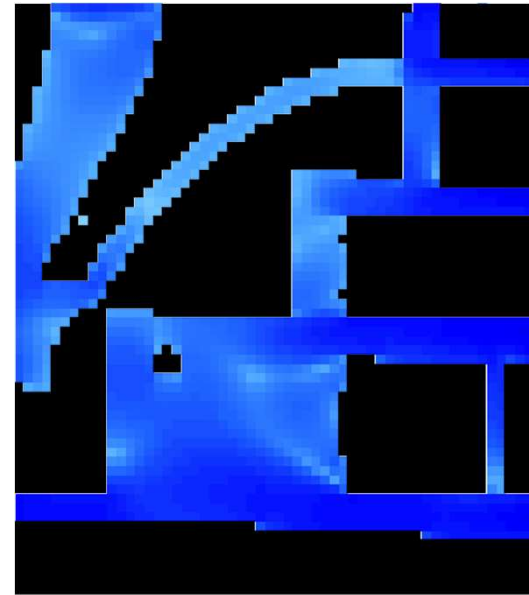
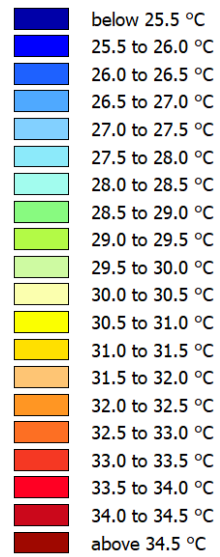




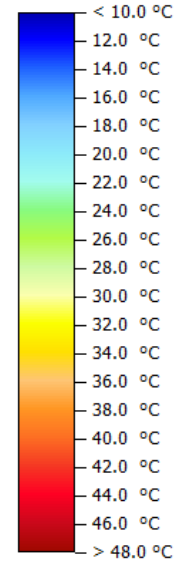
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

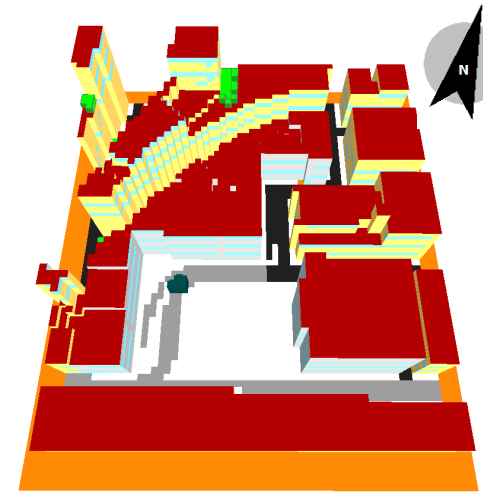
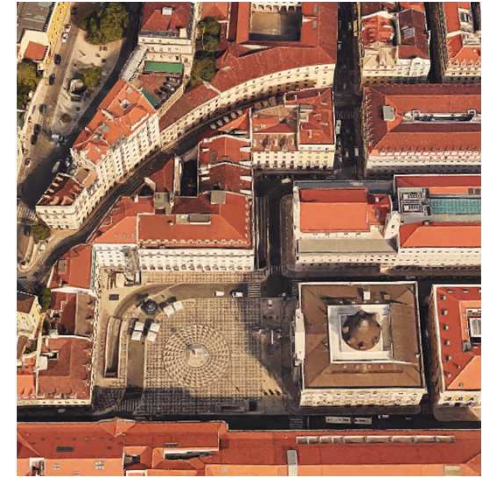


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



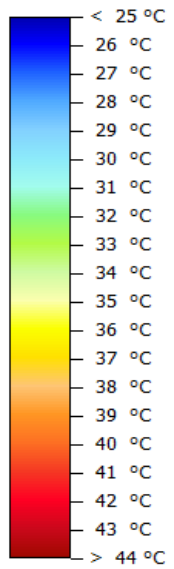
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 06h

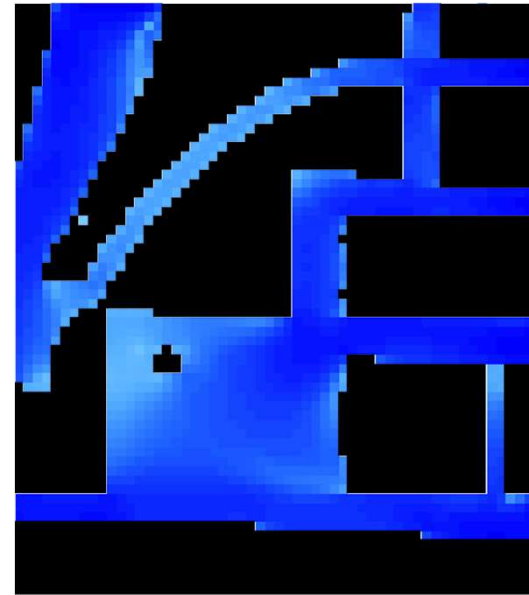
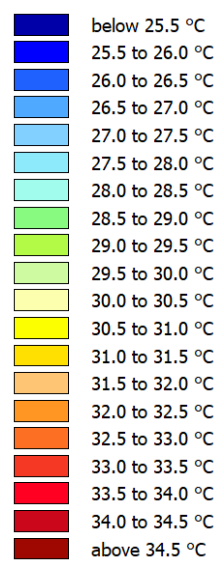




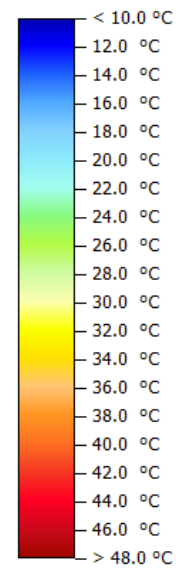
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

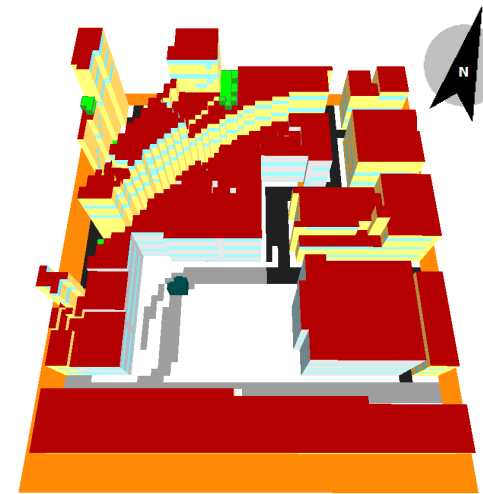
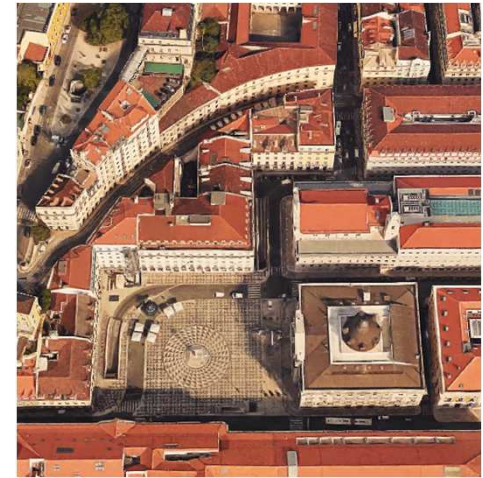


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



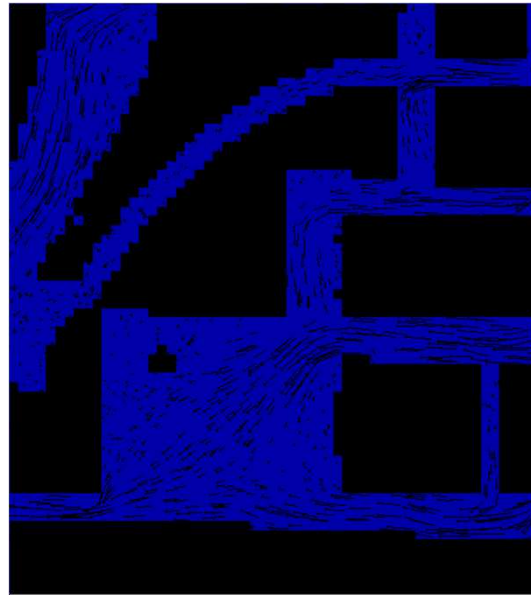
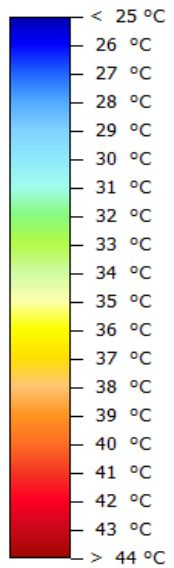
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 07h

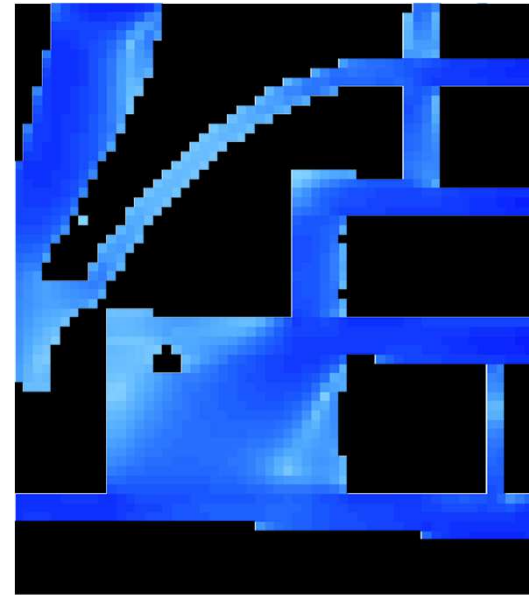
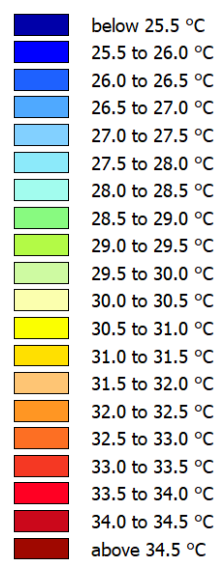




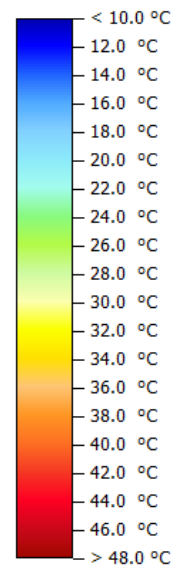
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

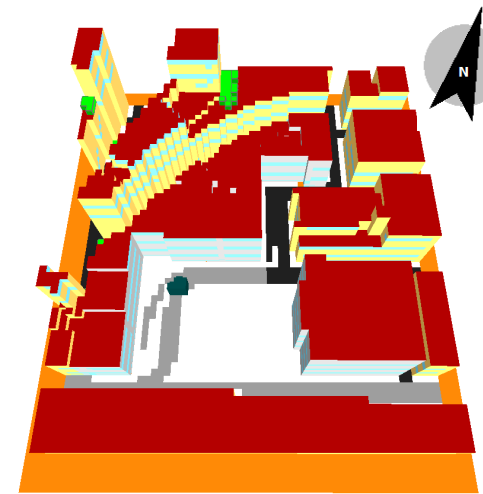
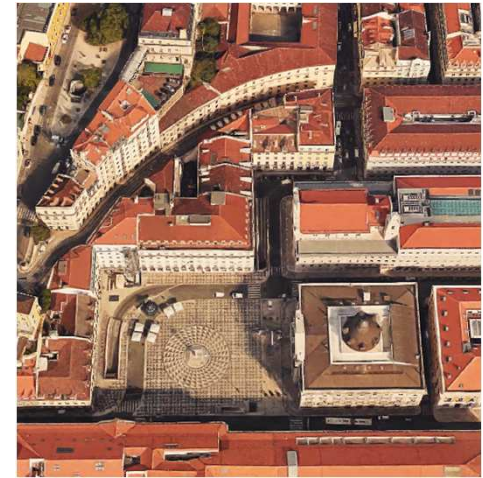


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



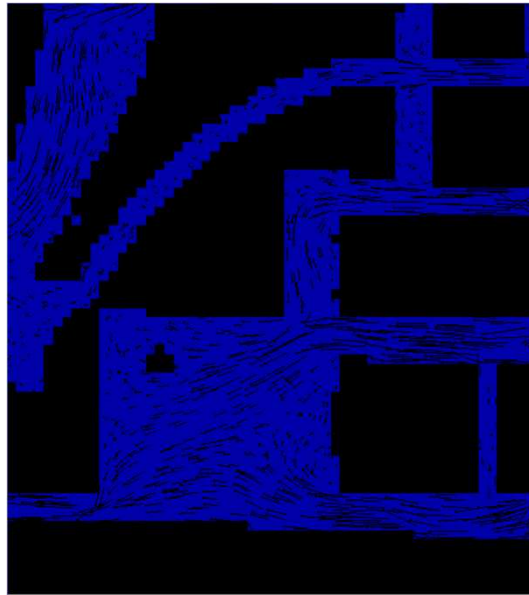
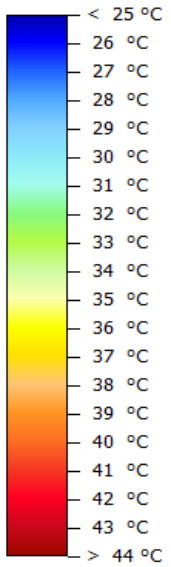
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 08h

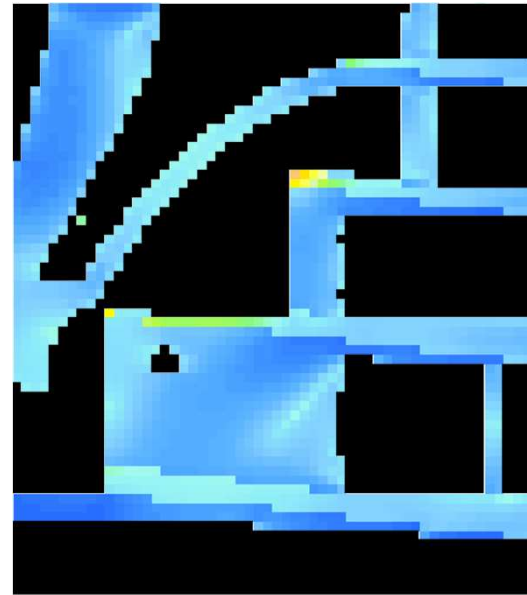
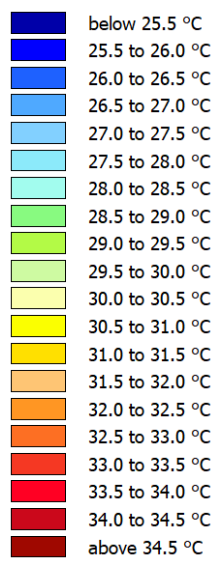




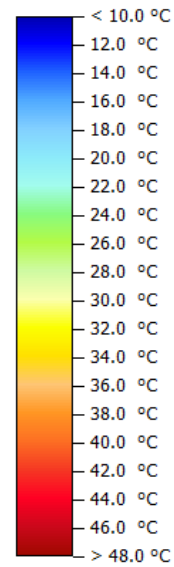
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

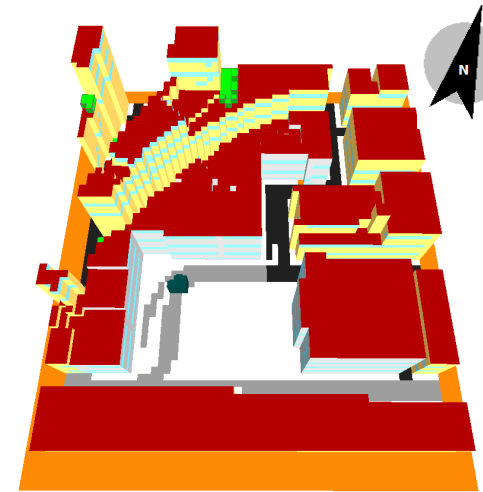
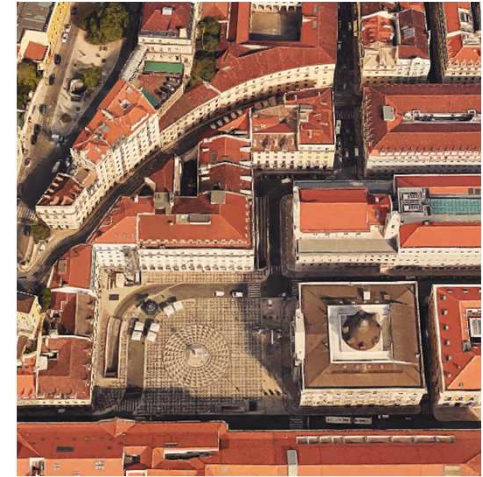


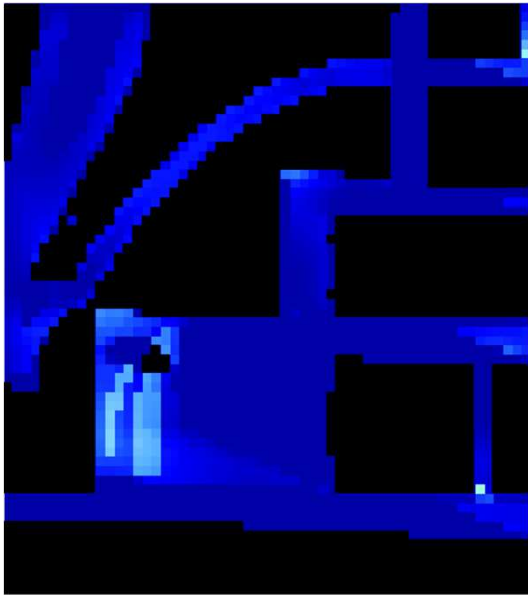
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



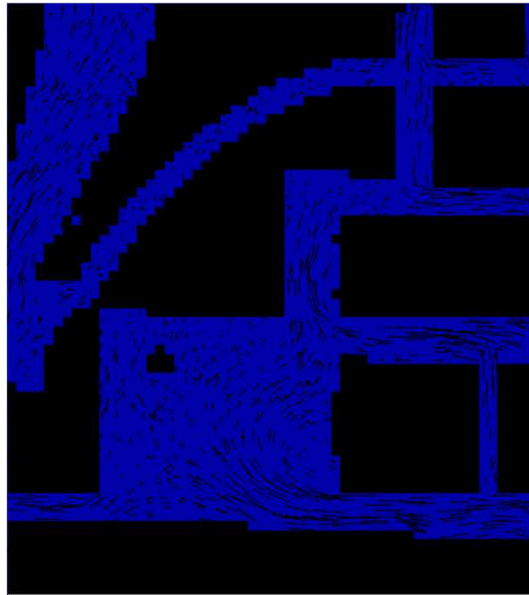
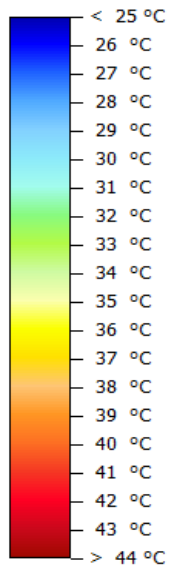
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 09h

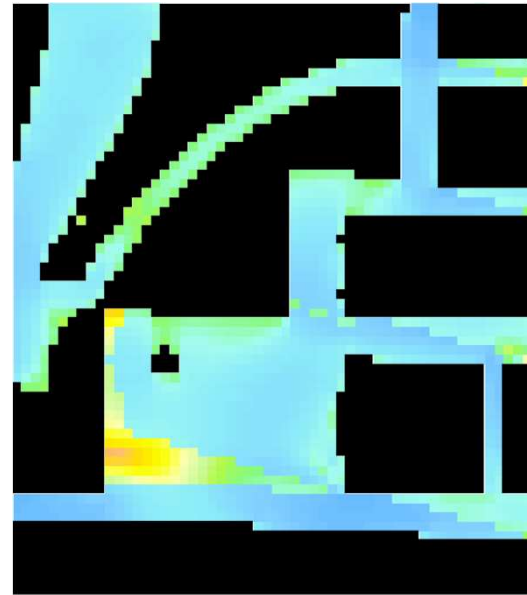
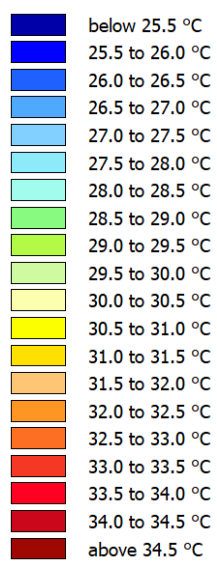




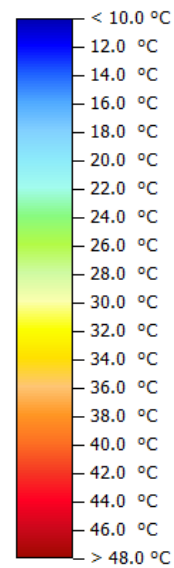
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

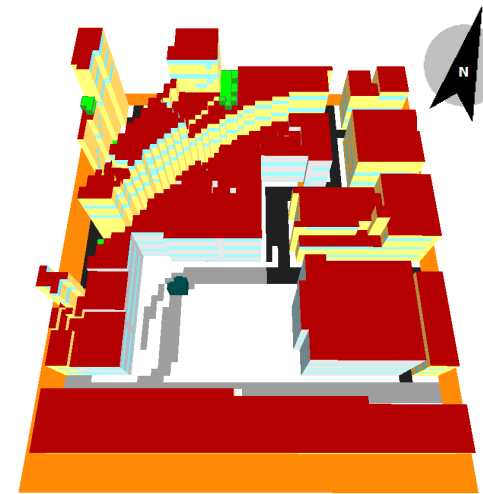
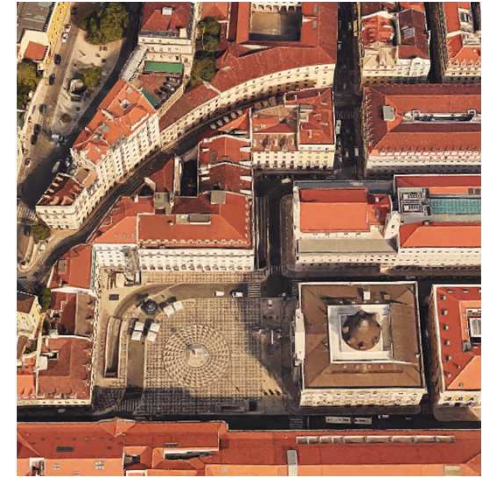


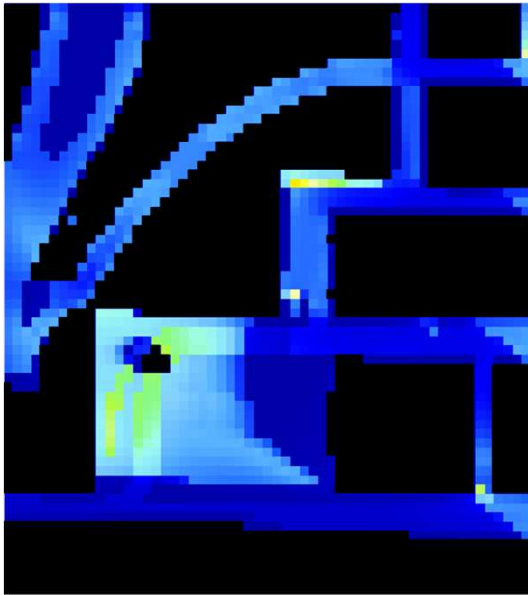
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



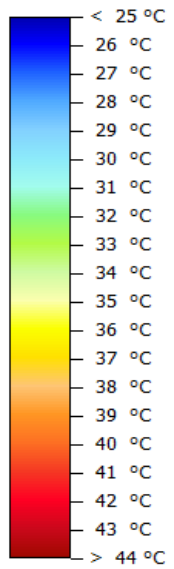
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 10h

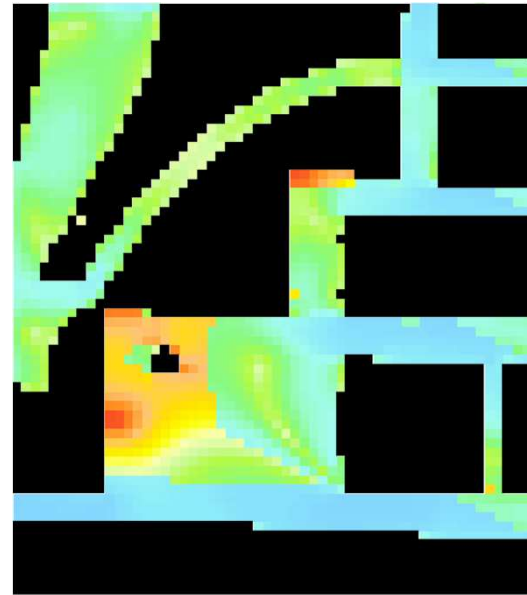
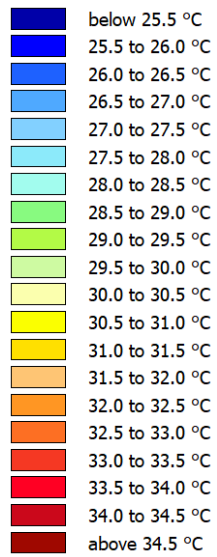




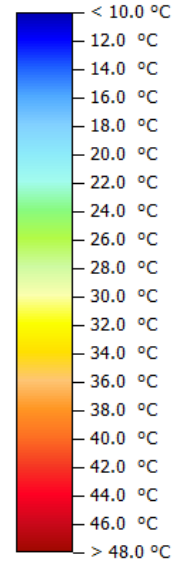
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

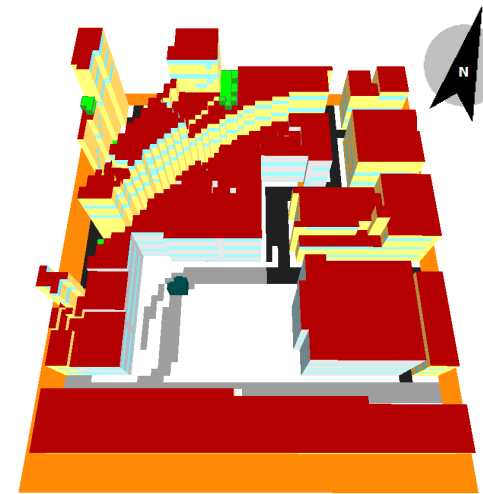
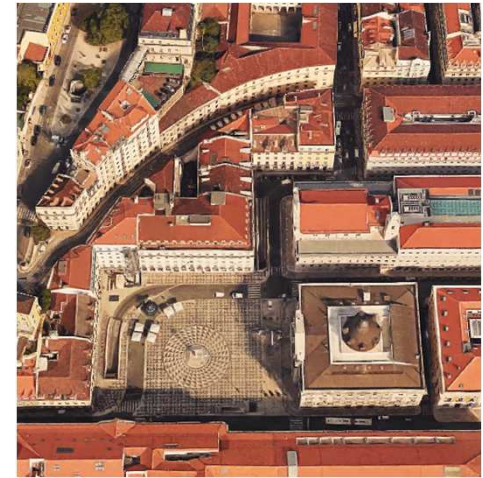


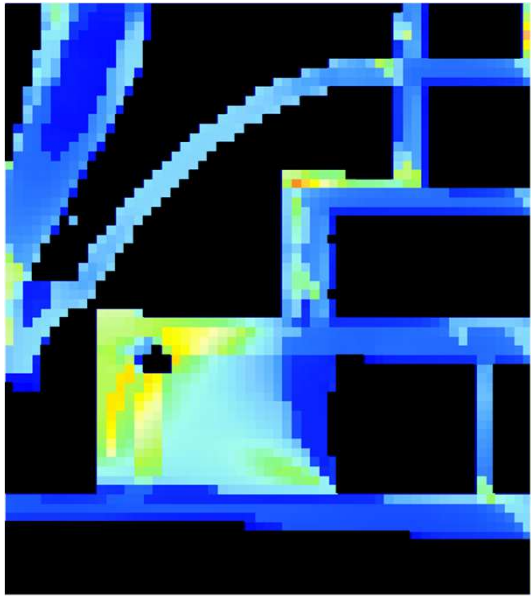
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



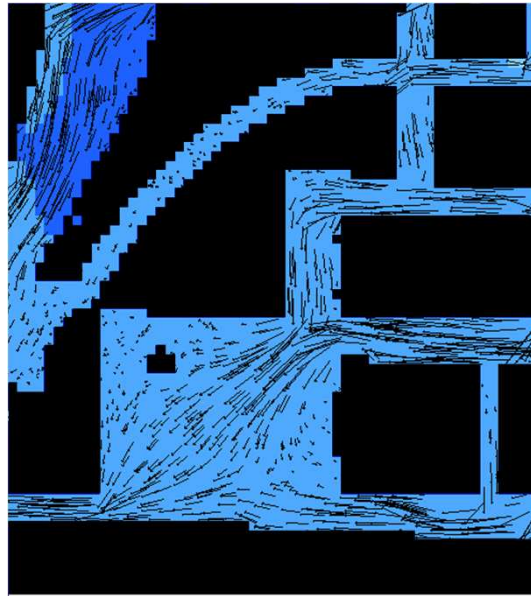
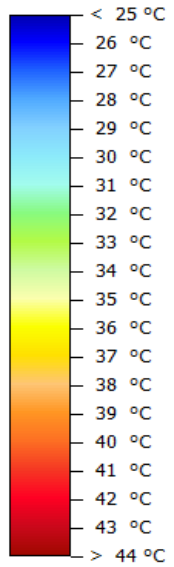
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 11h

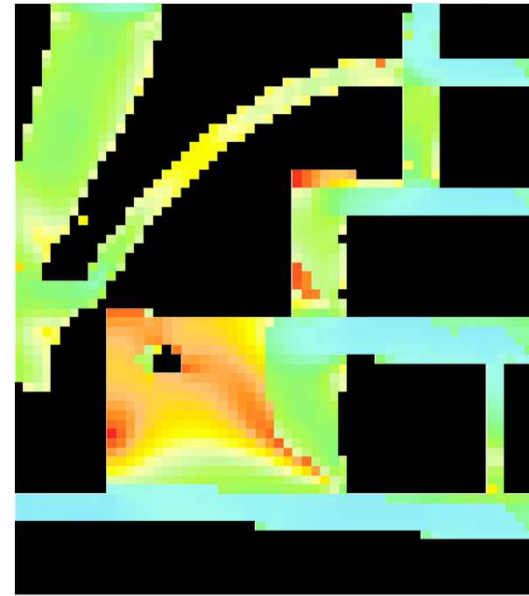
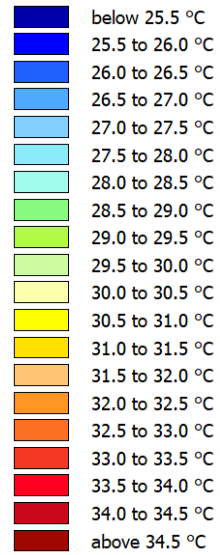




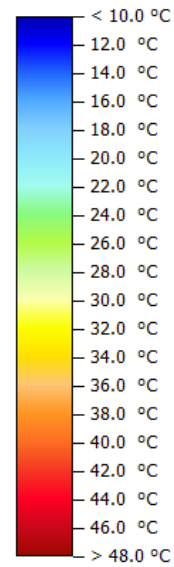
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

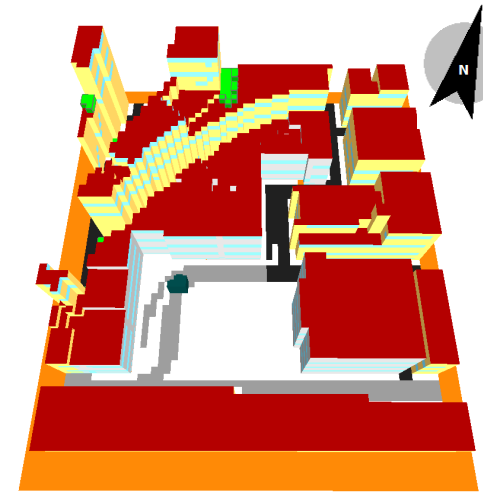
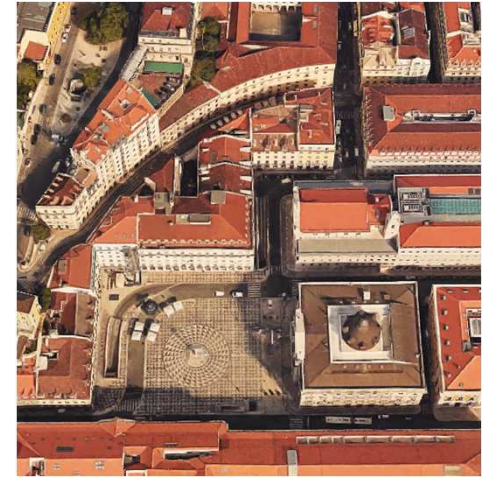


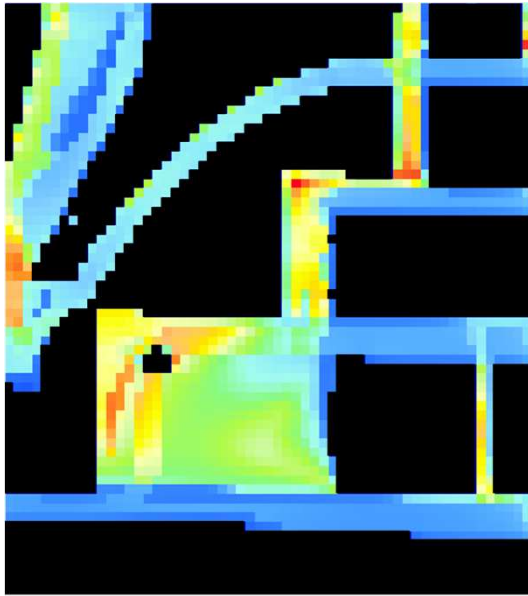
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



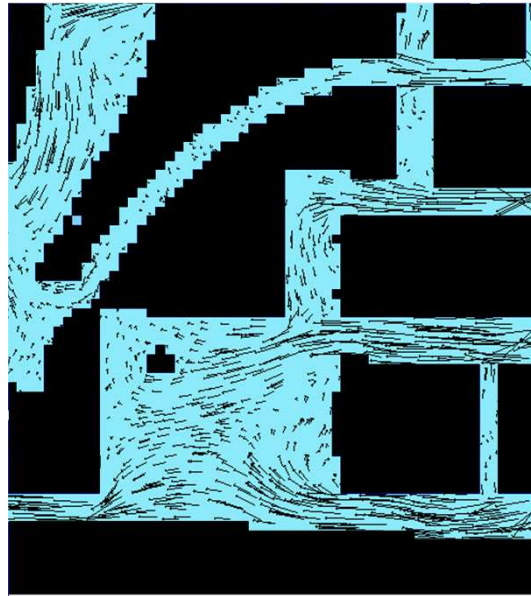
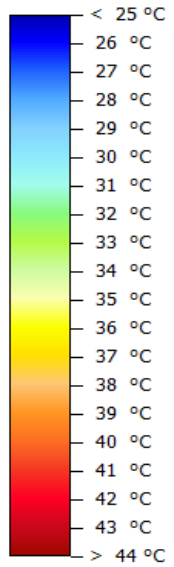
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 12h

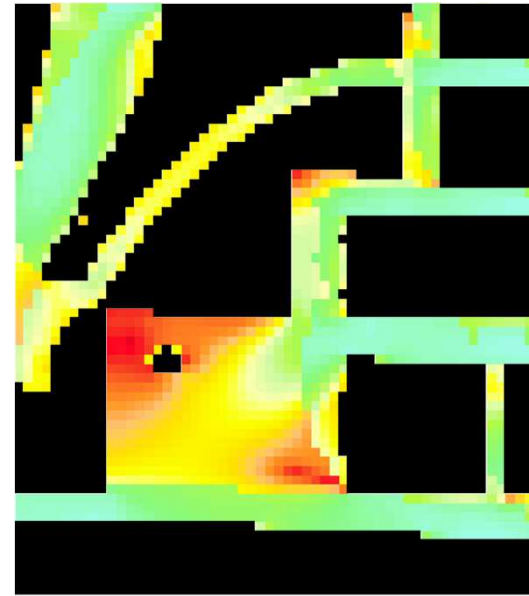
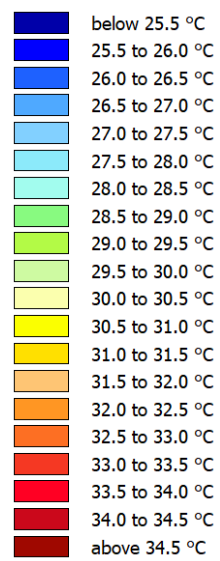




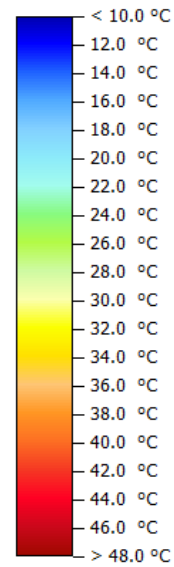
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

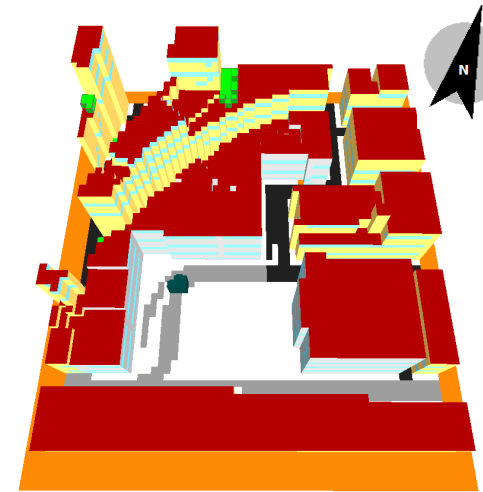
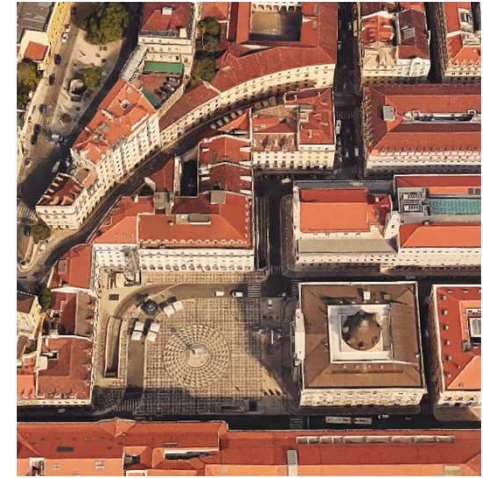


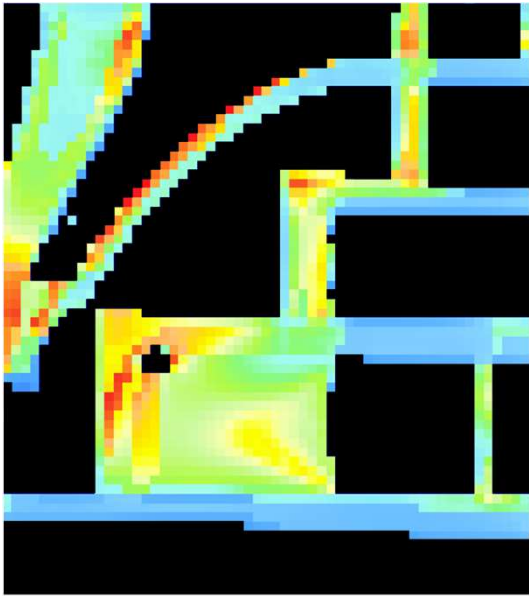
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



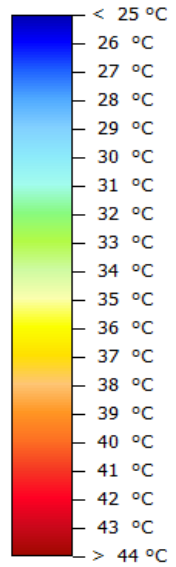
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 13h

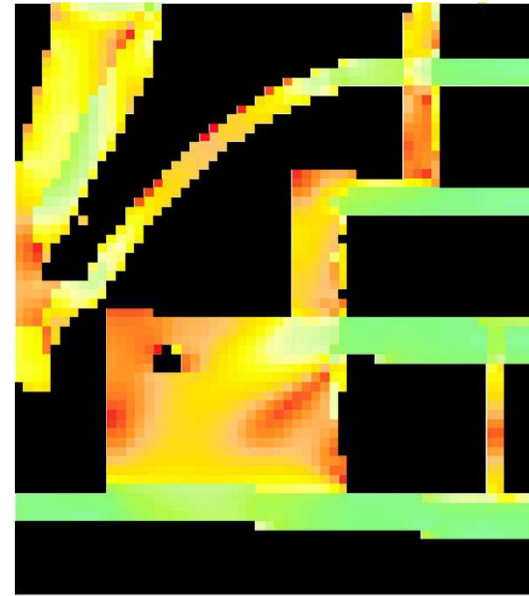
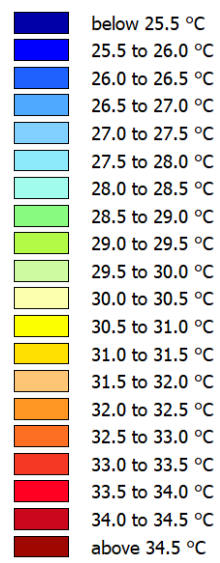




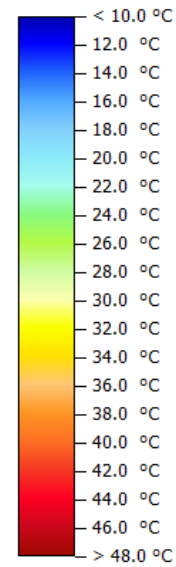
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

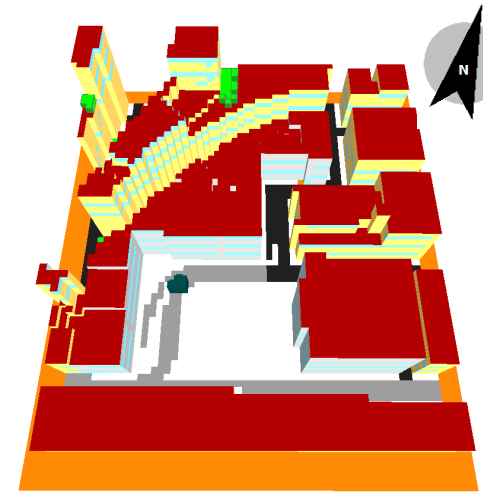
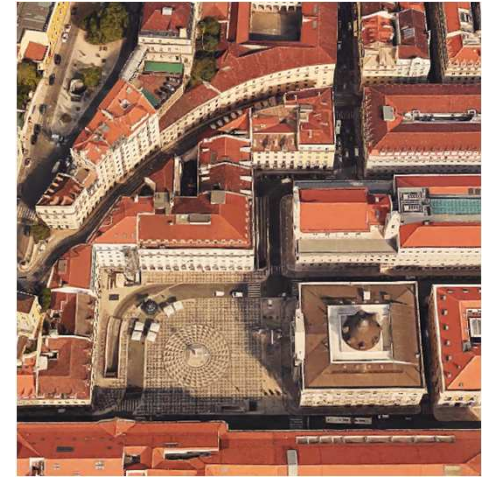


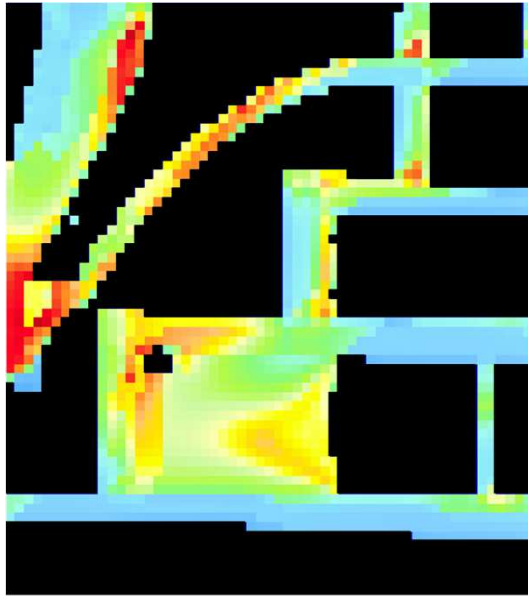
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



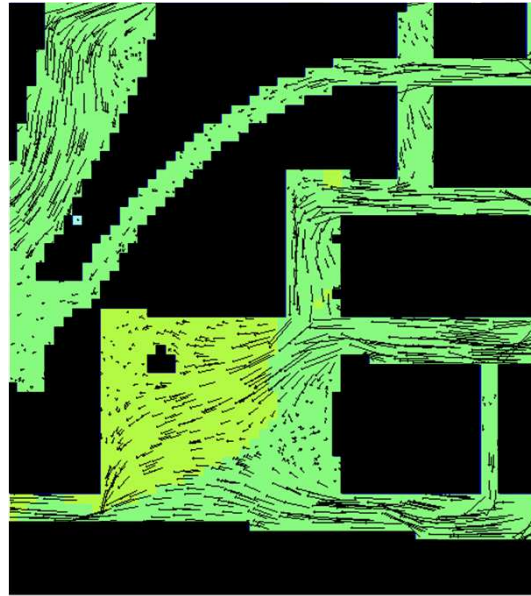
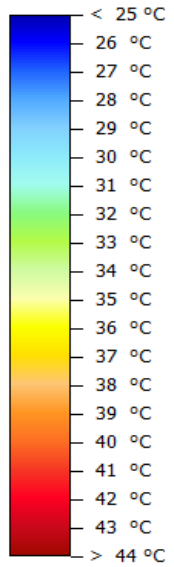
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 14h

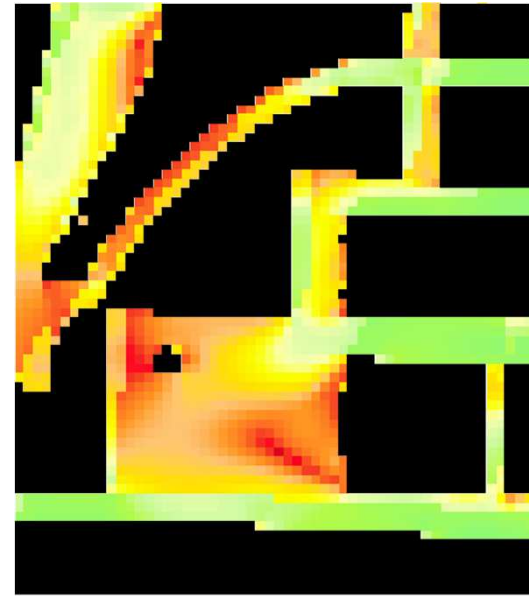
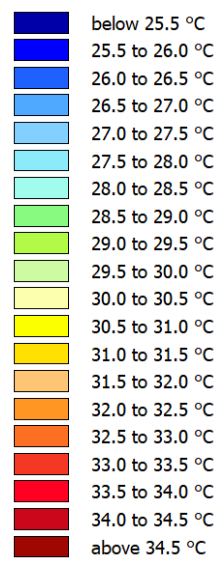




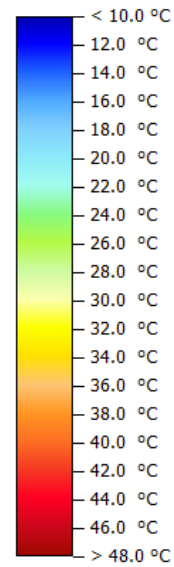
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

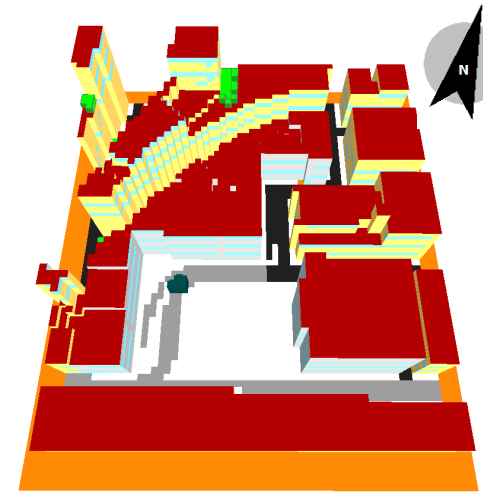
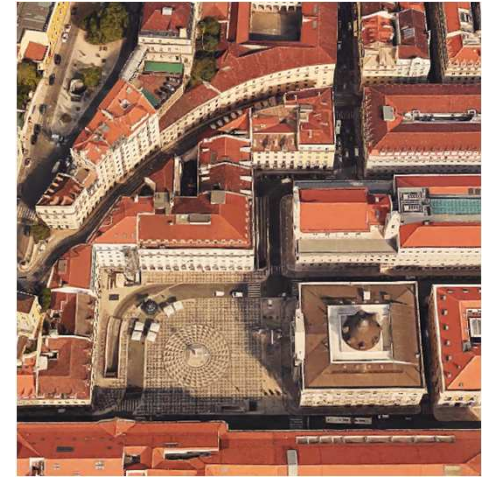


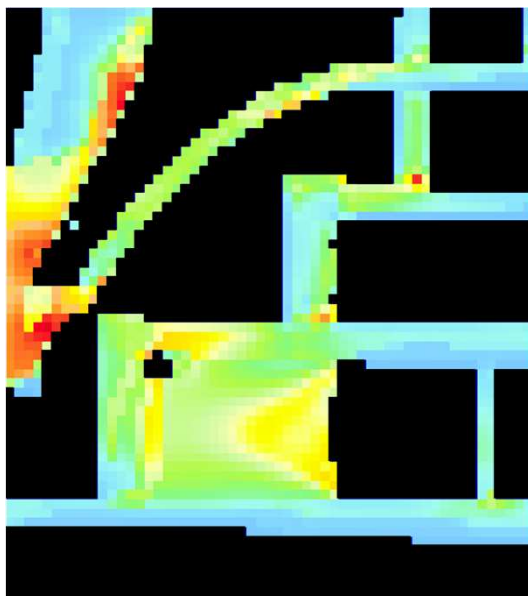
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



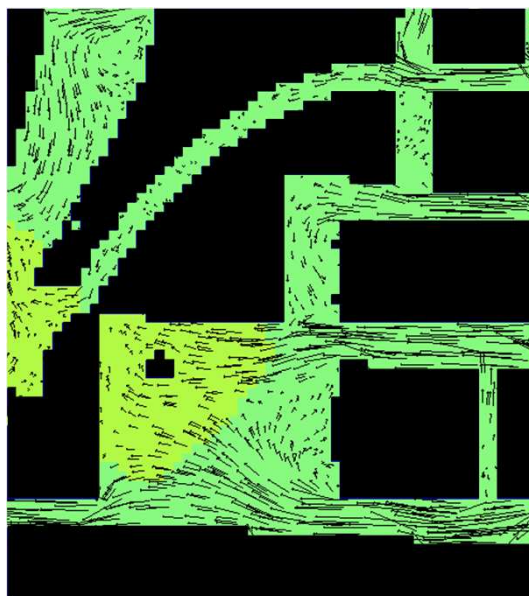
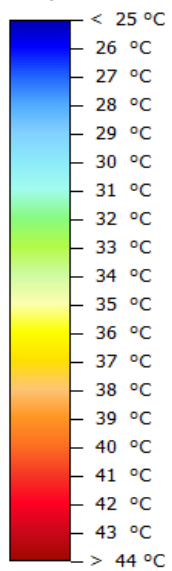
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 15h

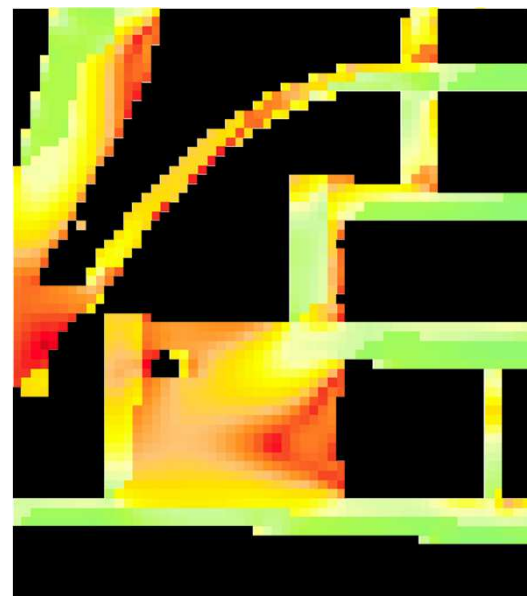
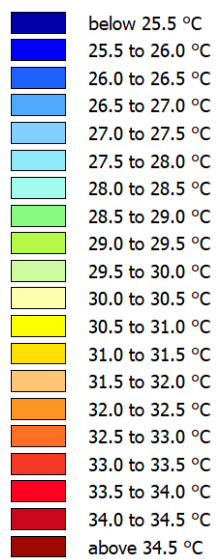




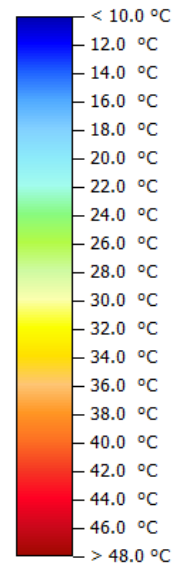
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

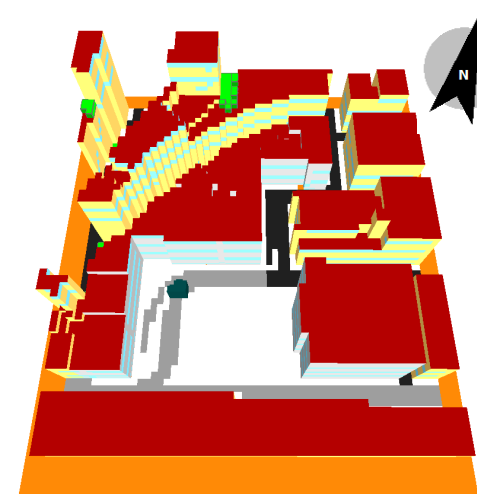
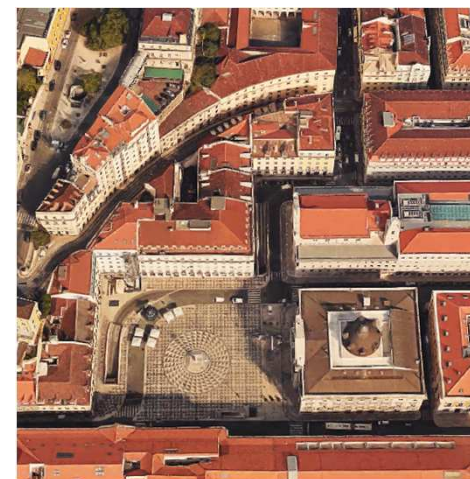


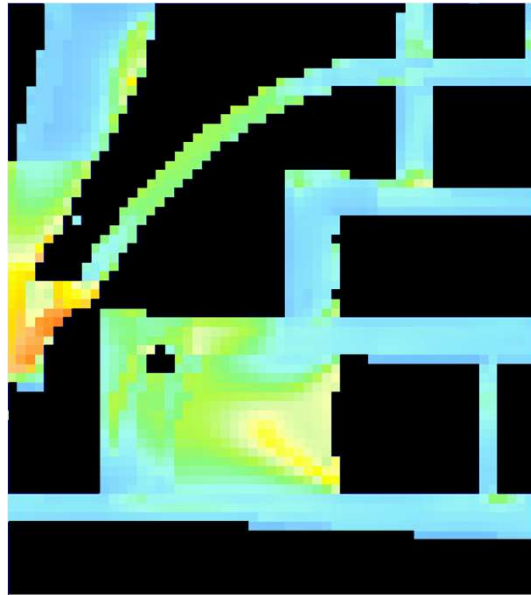
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



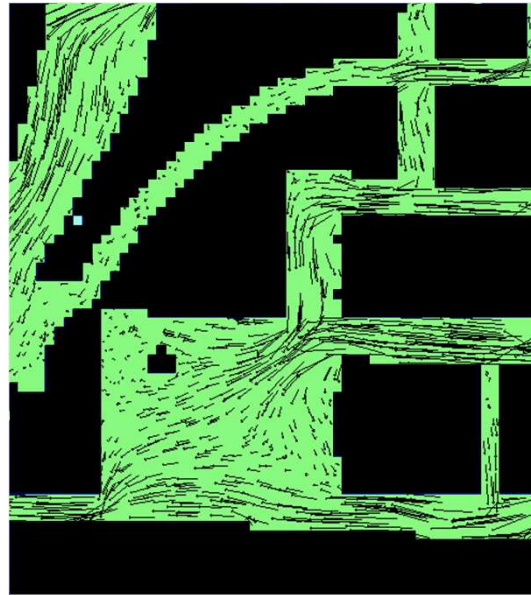
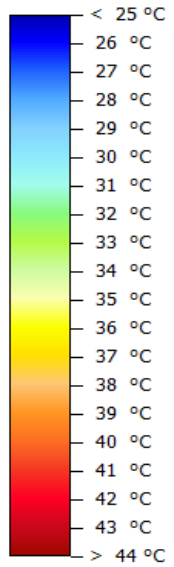
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 16h

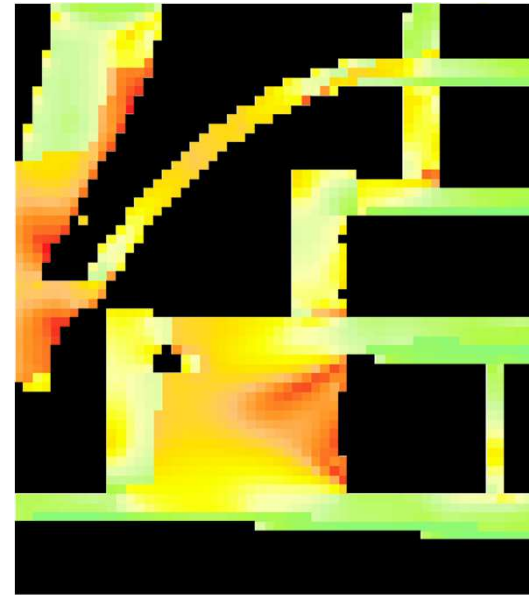
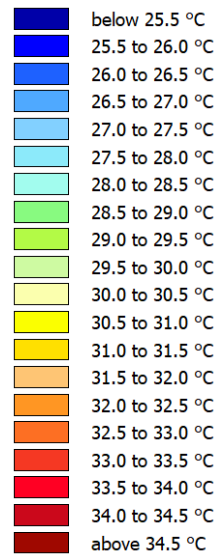




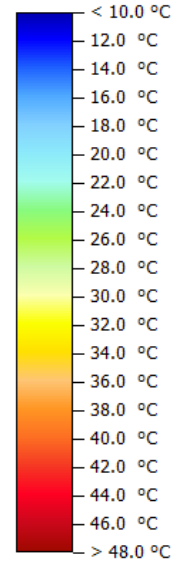
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

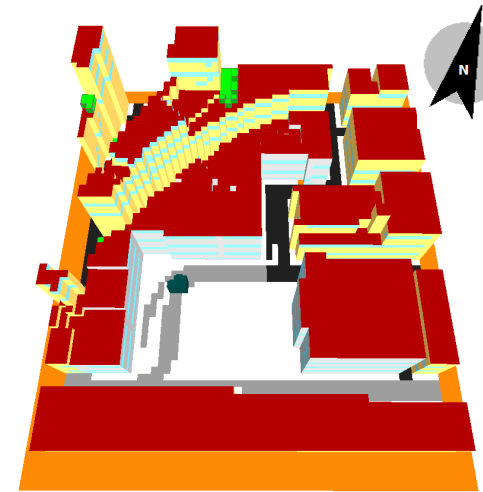
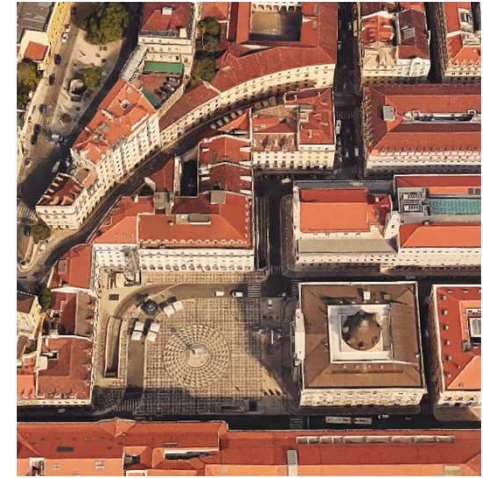


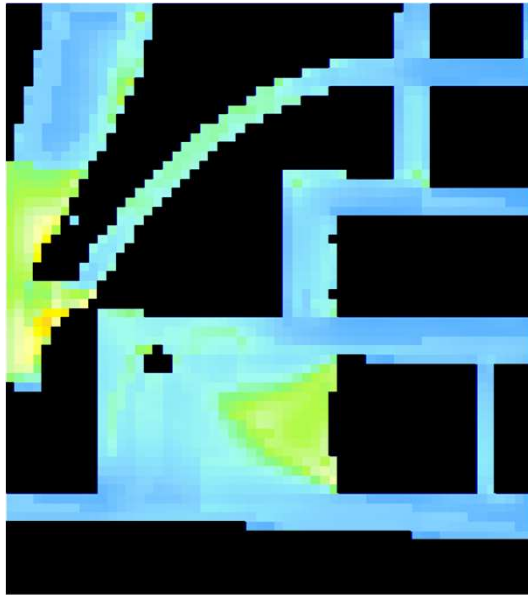
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



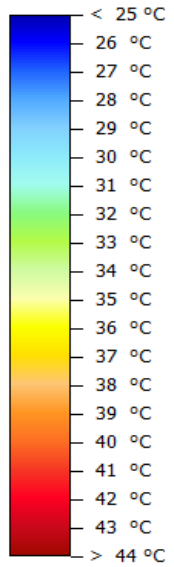
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 17h

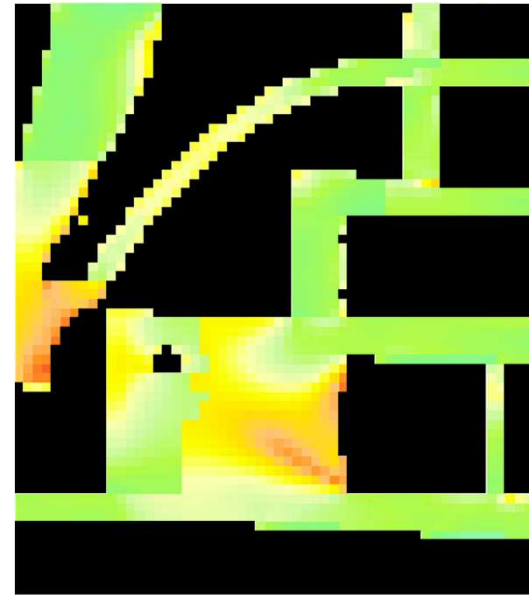
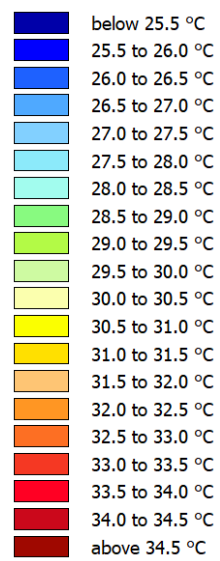




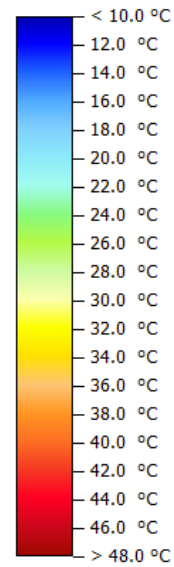
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

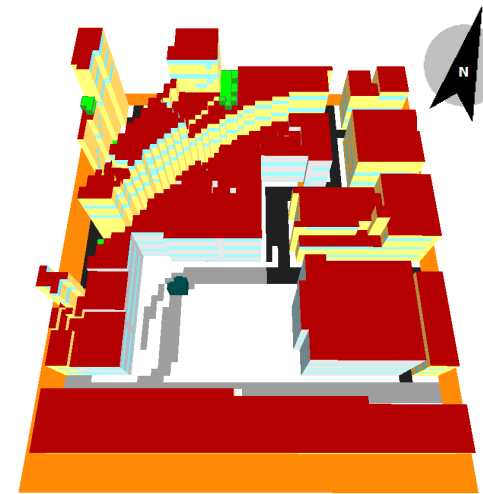
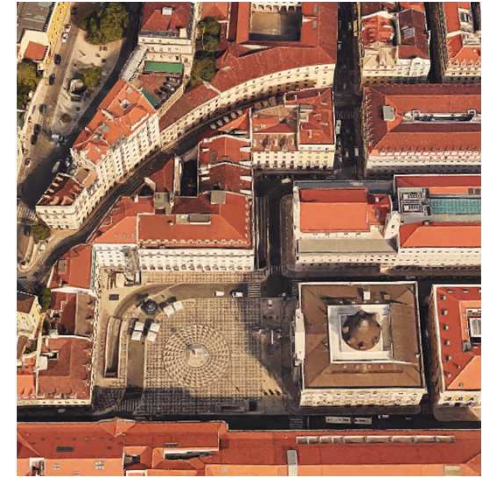


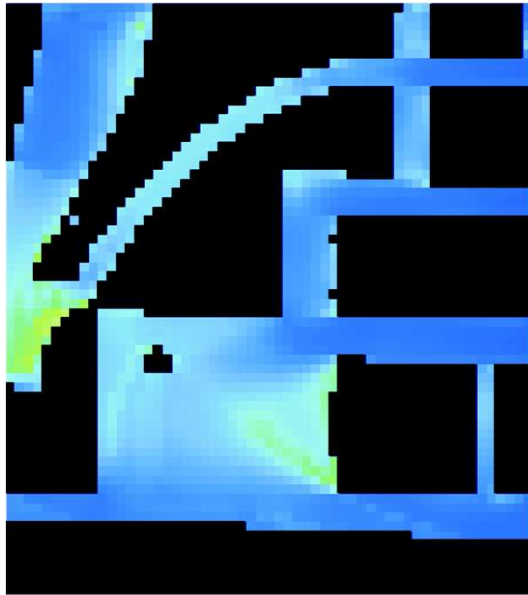
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



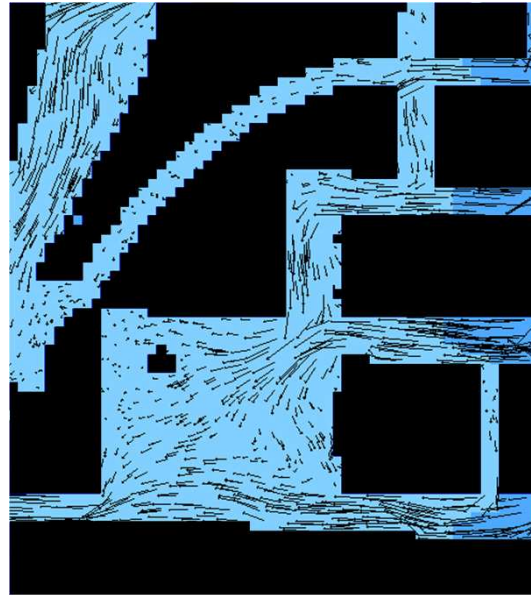
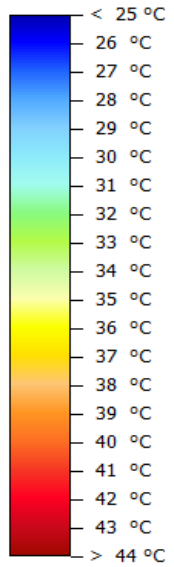
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 18h

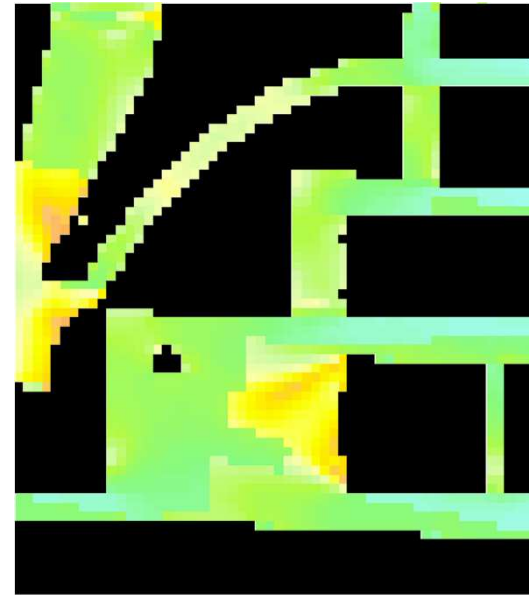
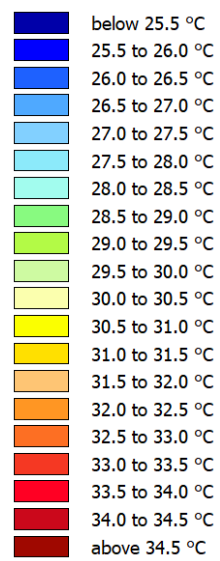




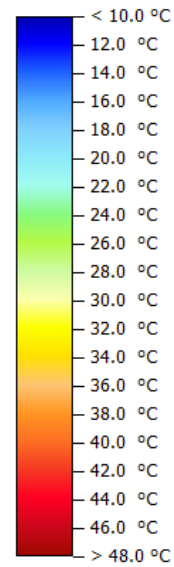
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

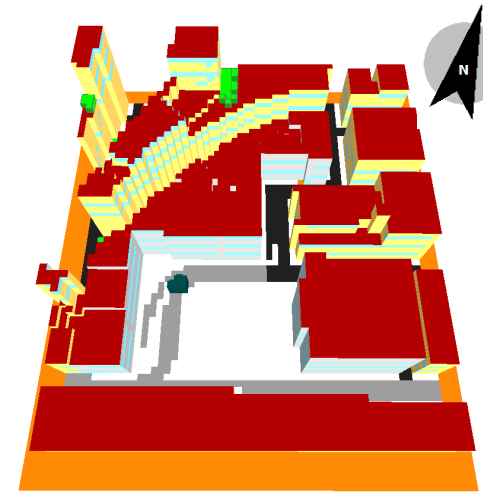
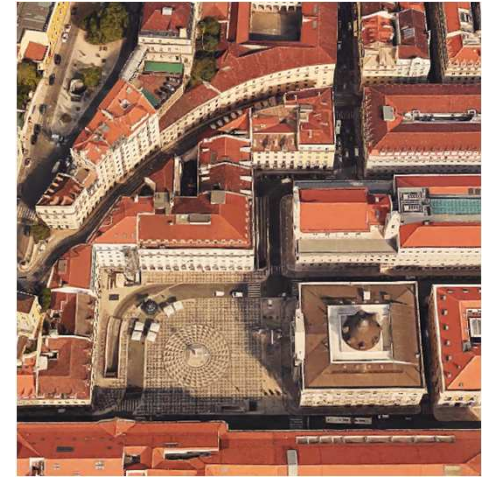


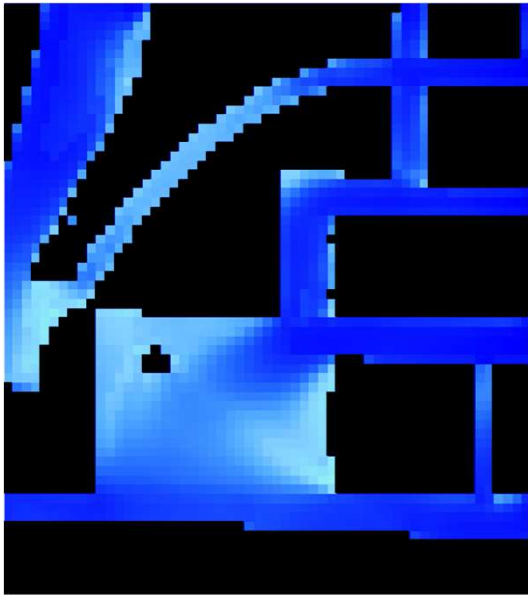
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



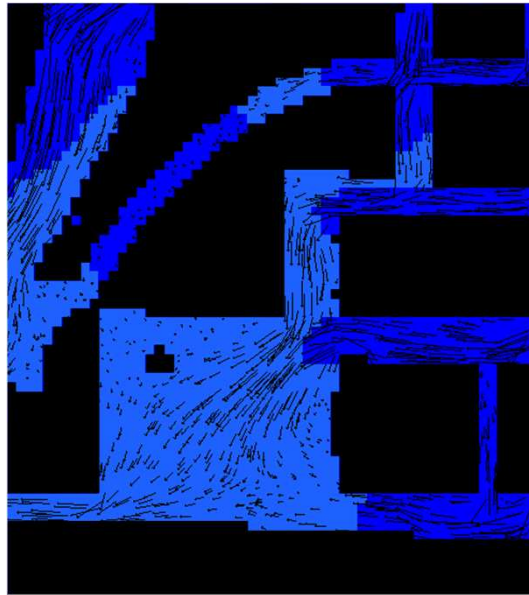
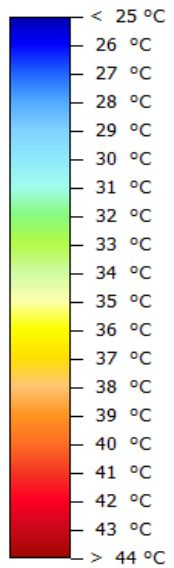
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 19h

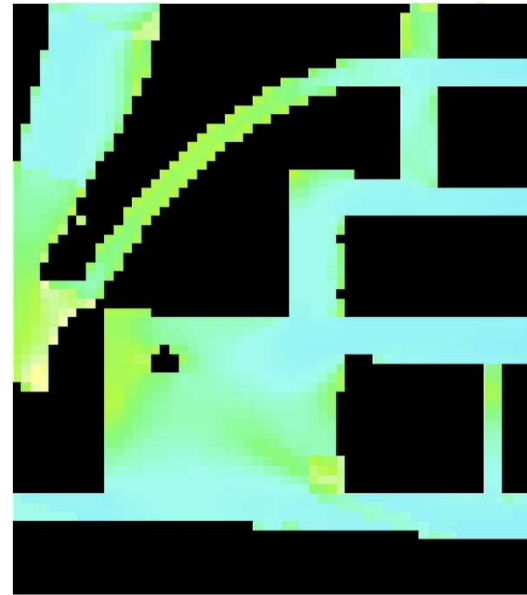
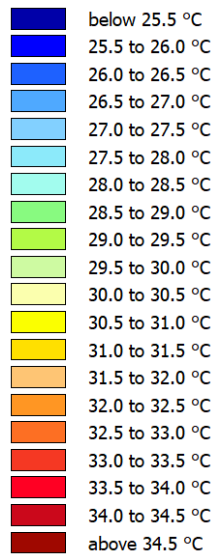




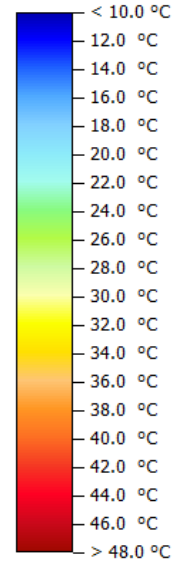
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

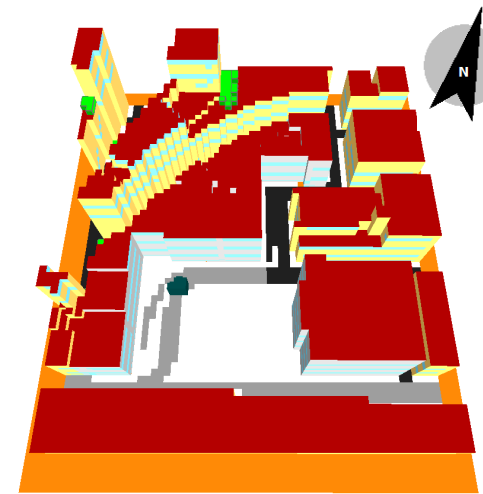
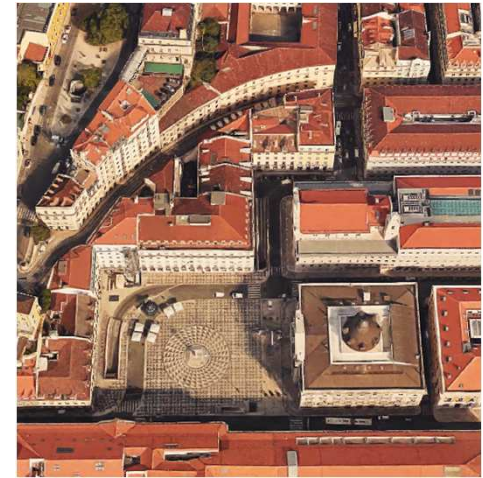


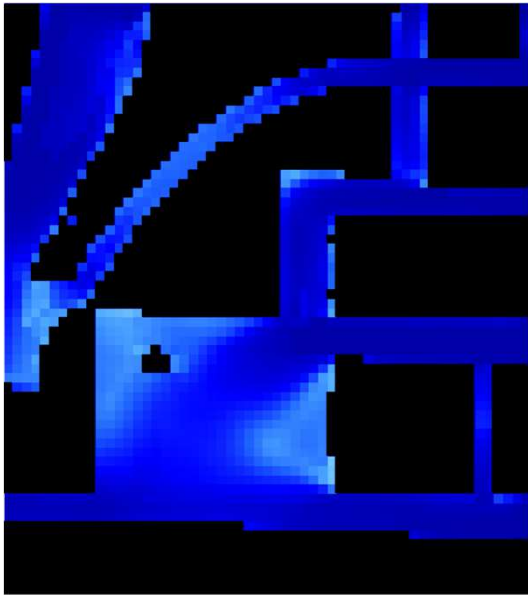
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



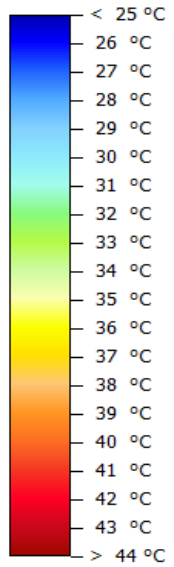
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 20h

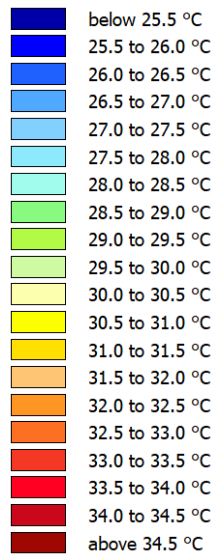




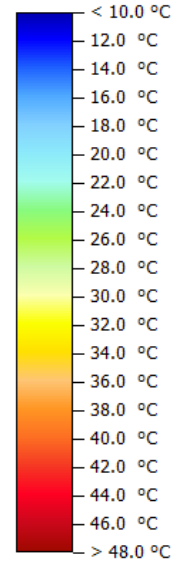
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

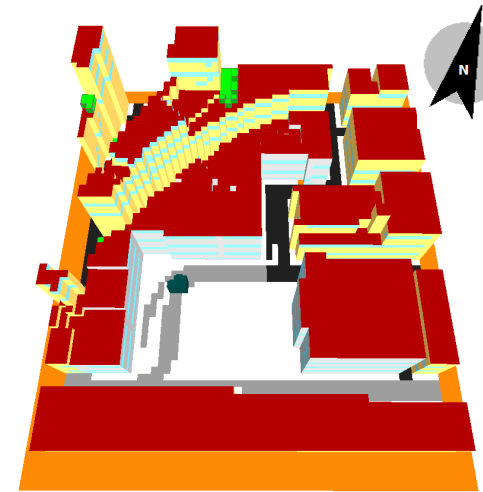
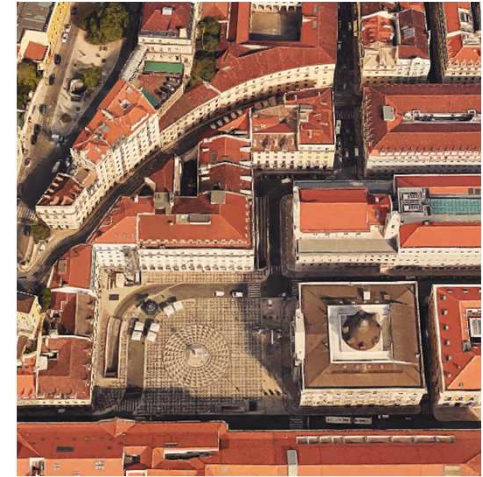


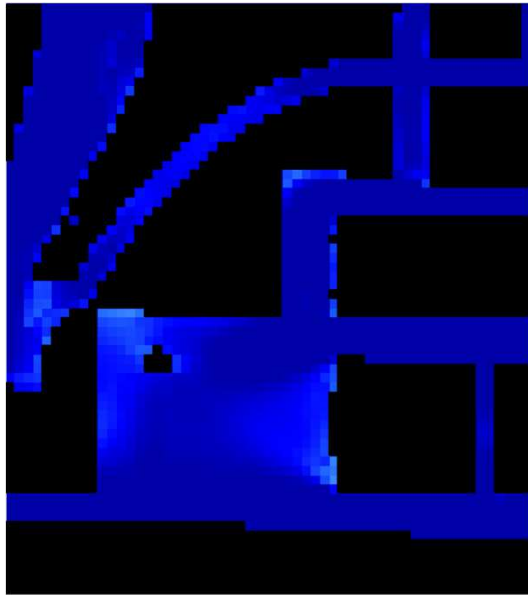
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



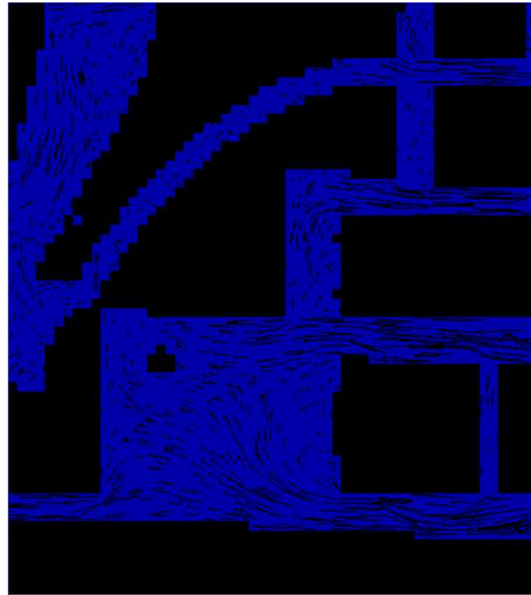
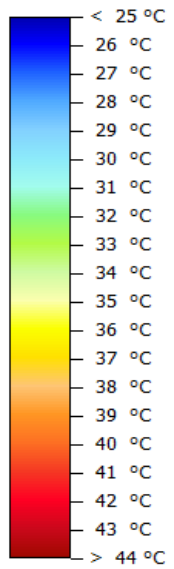
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 21h

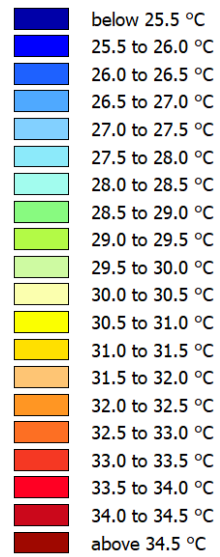




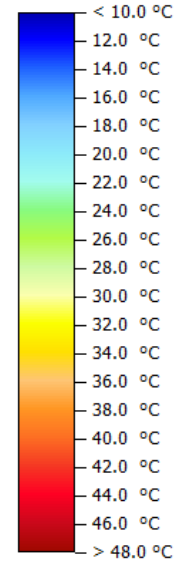
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

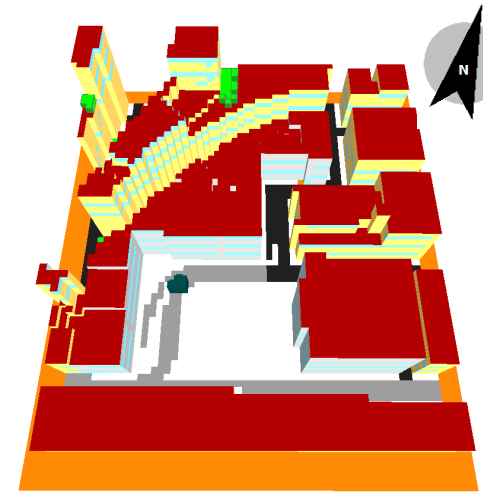
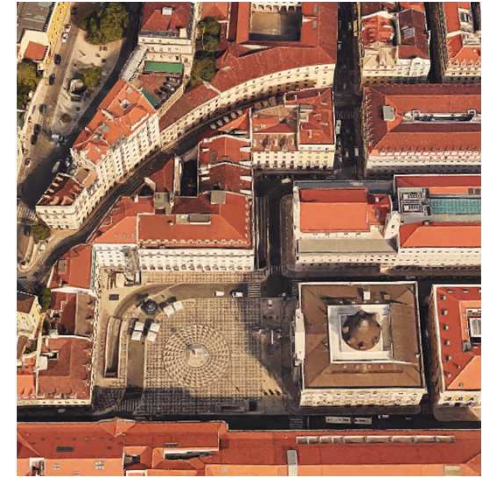


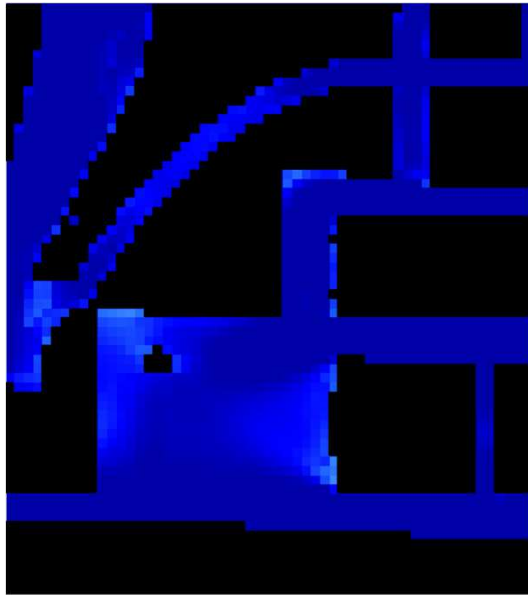
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



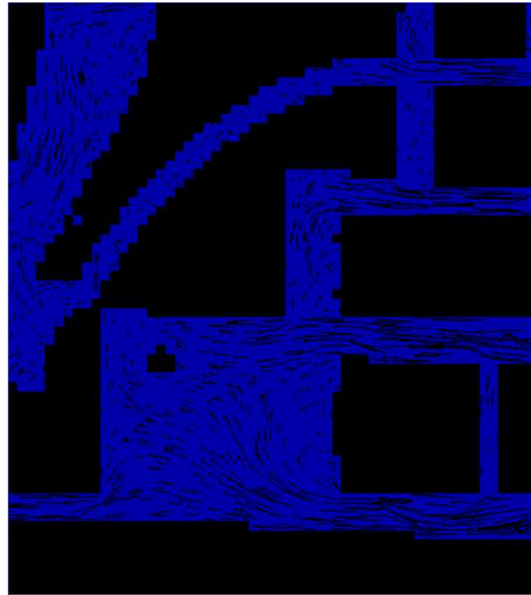
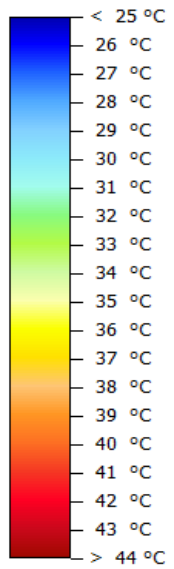
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 22h

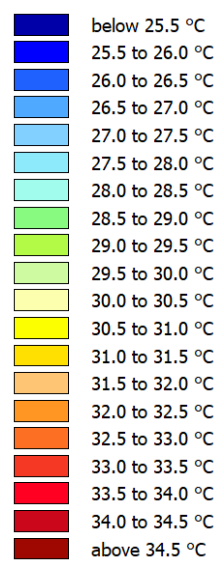




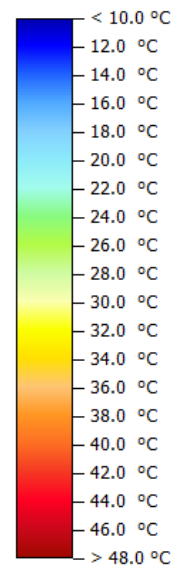
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

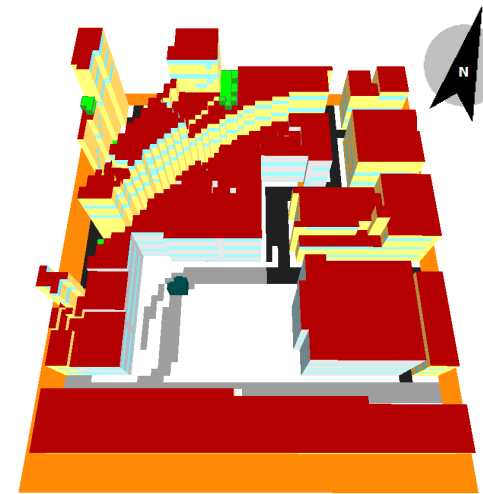
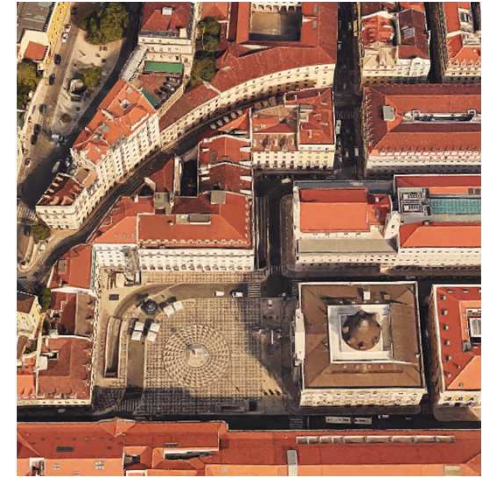


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



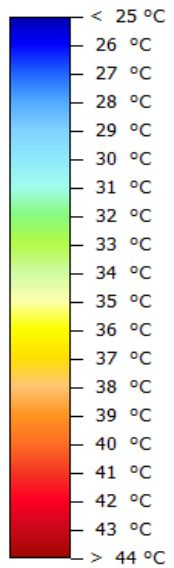
Dia: Verão Típico (12/08)

Hora: 22h

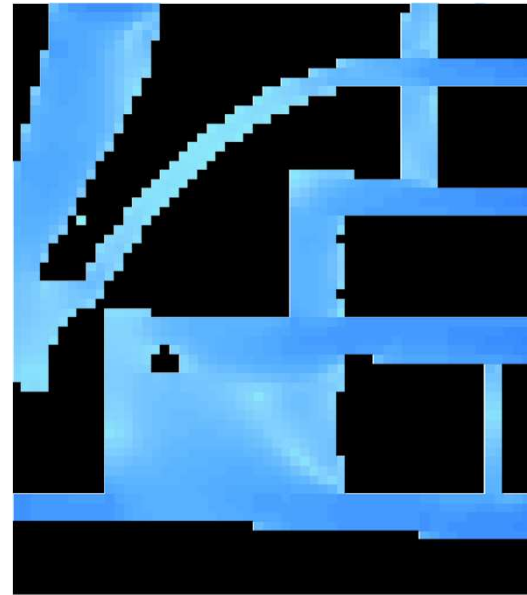
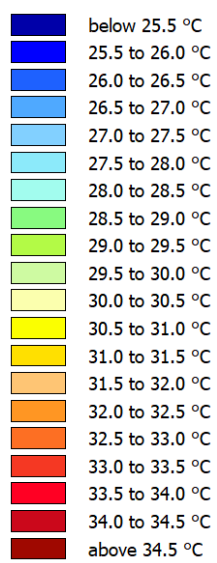




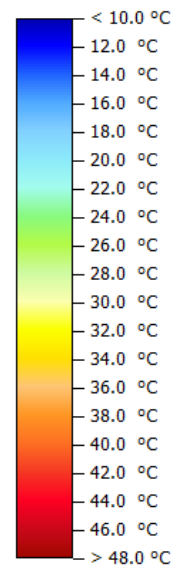
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

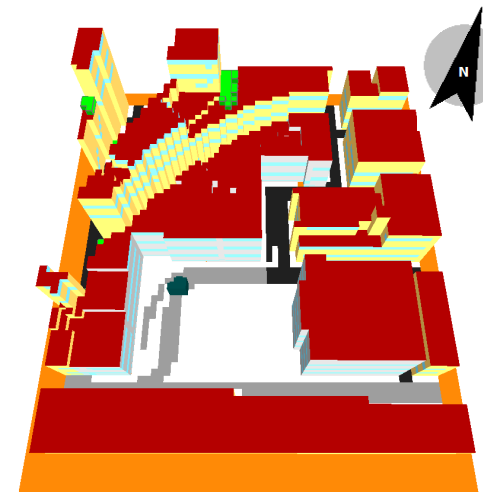
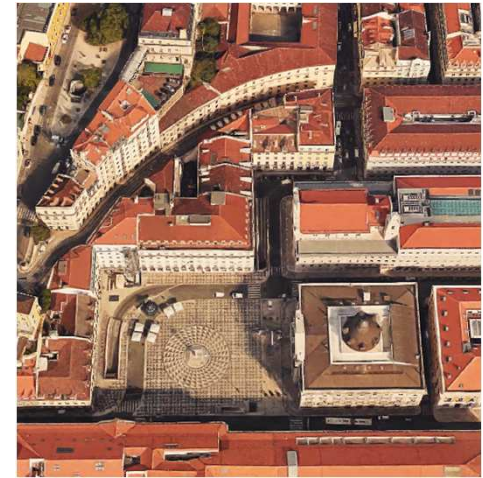


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Dia: Verão Típico (12/08)

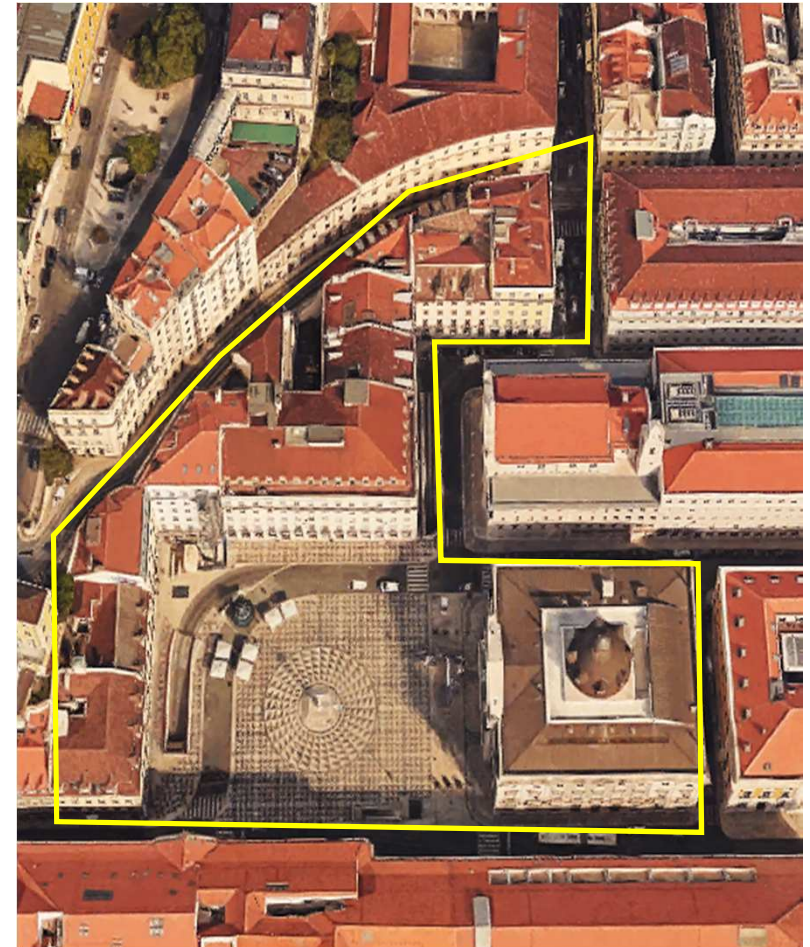
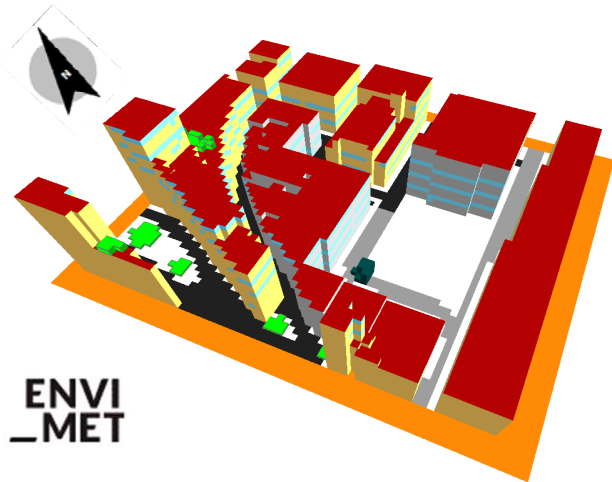
Hora: 23h

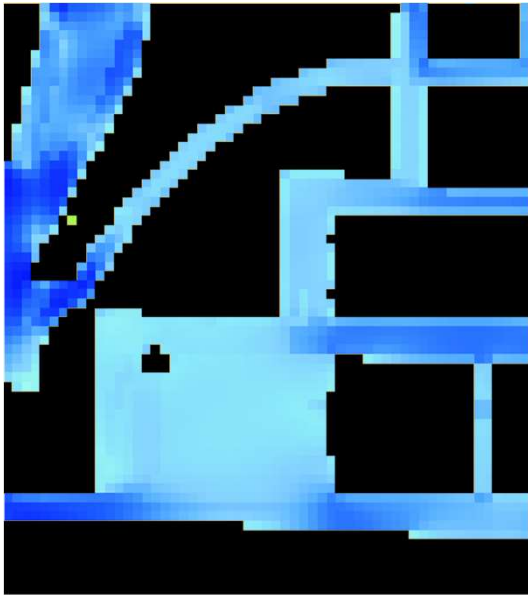


Zona – Praça do Município

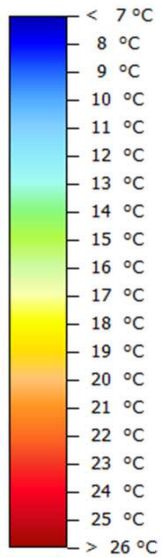
Simulação microclima:
Clima atual

Inverno Típico

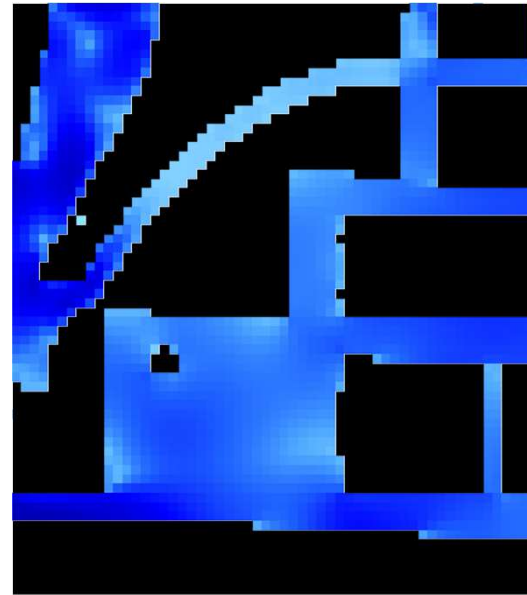
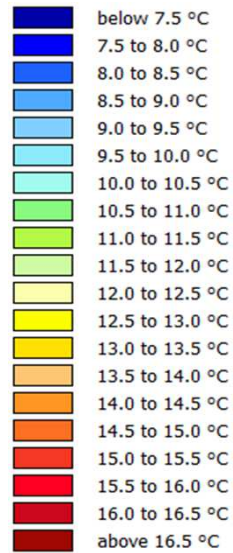




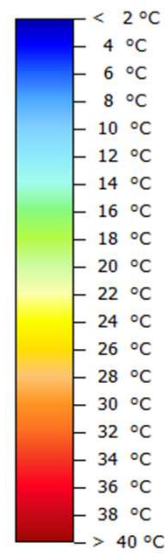
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

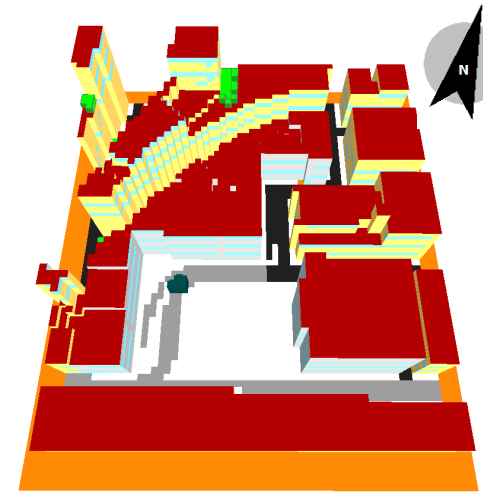
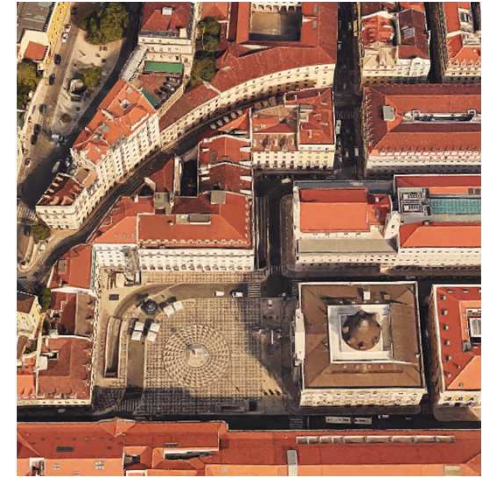


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



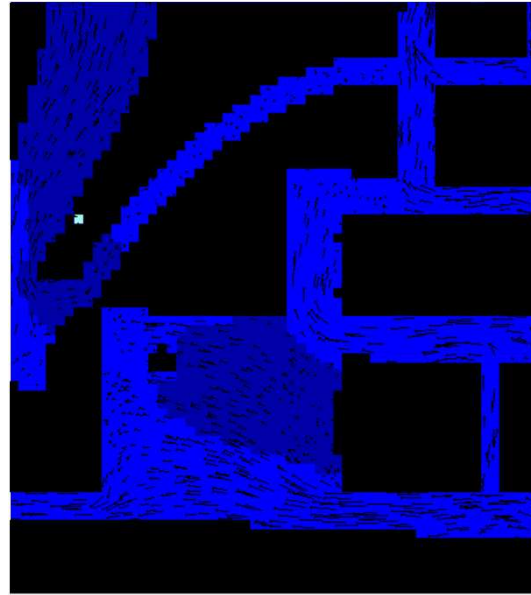
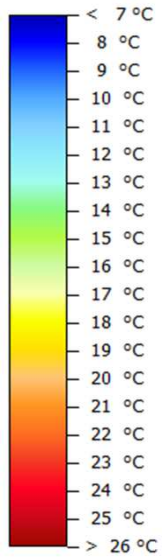
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 01h

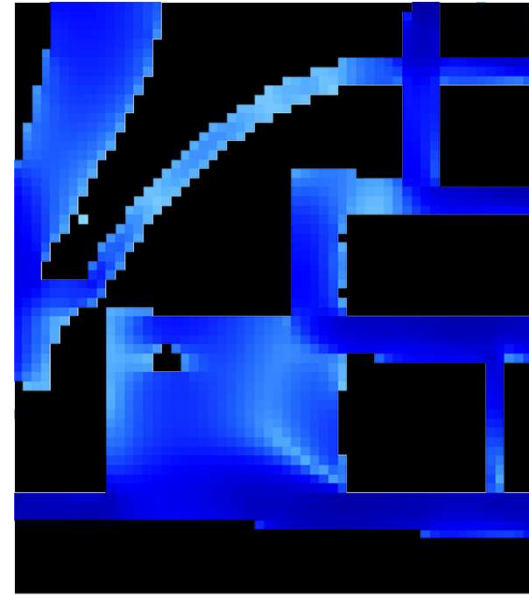
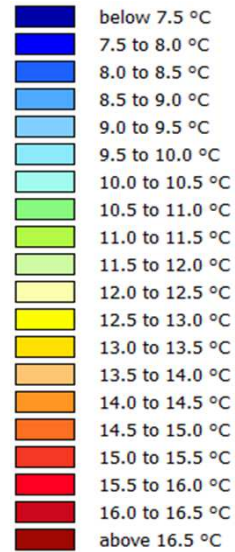




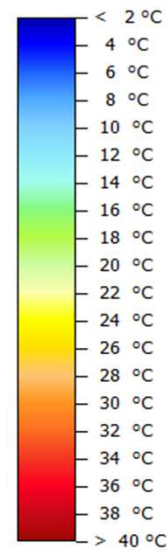
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

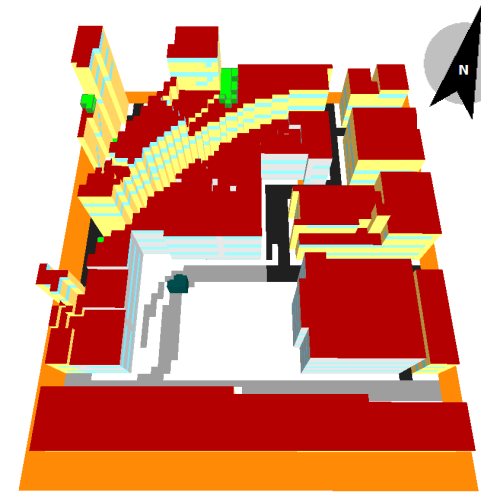
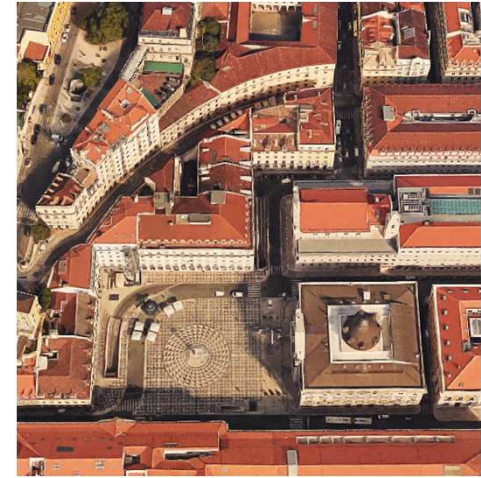


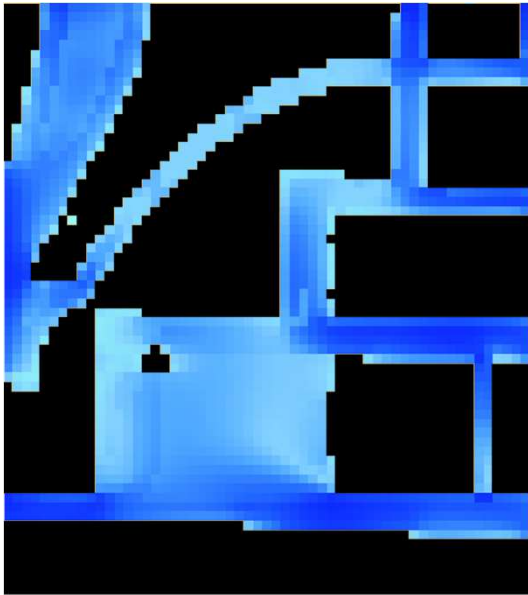
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



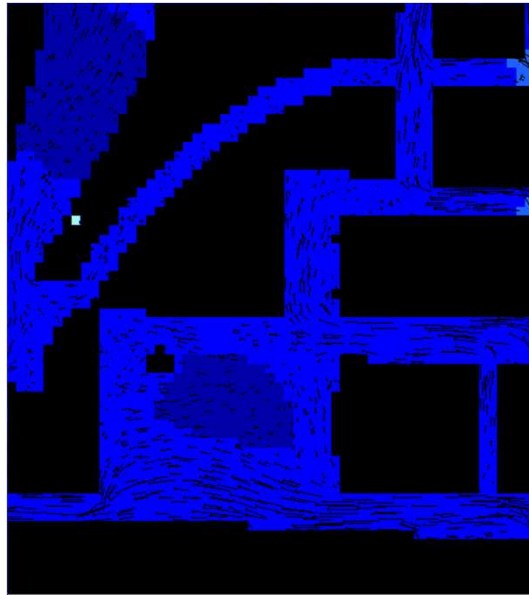
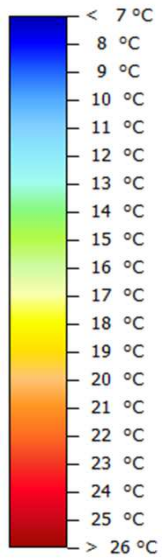
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 02h

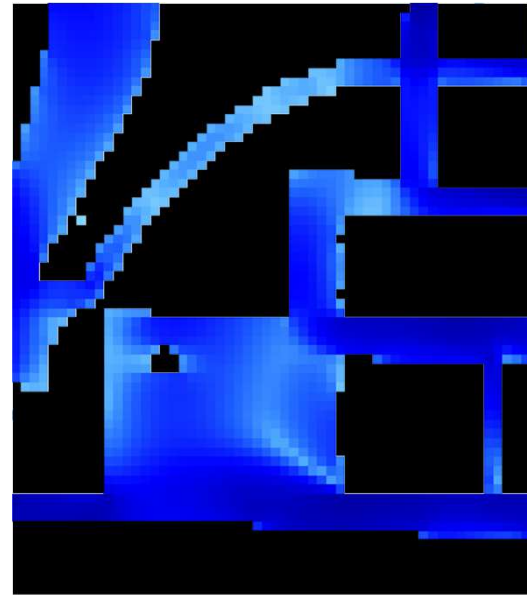
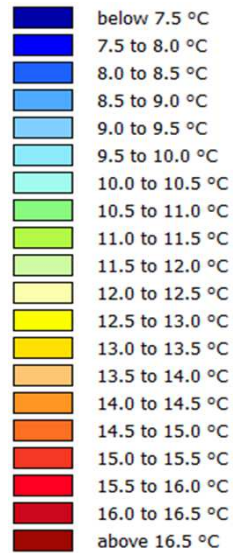




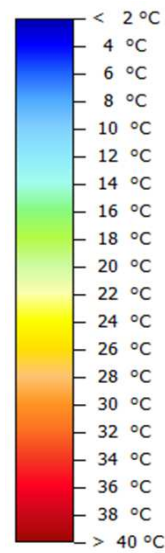
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

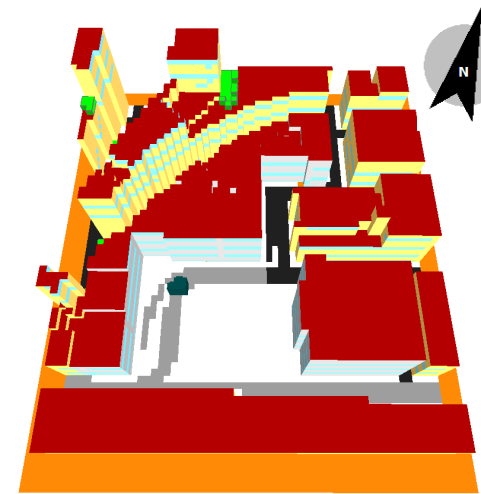
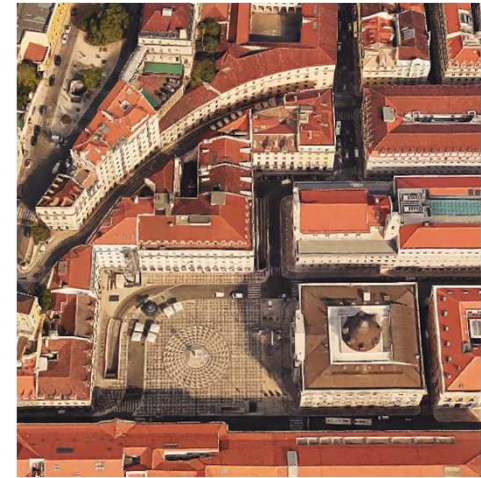


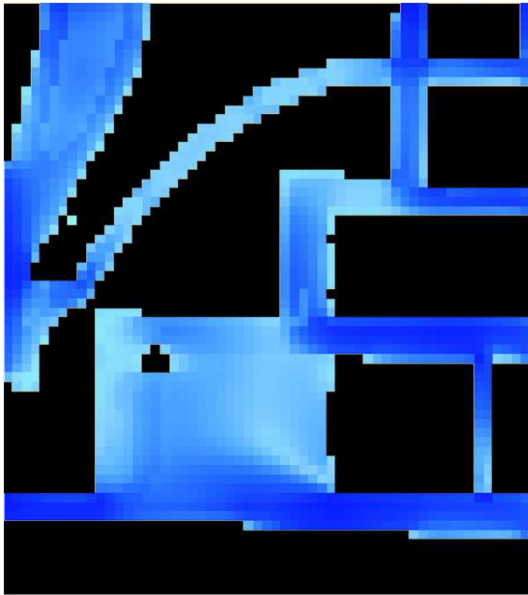
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



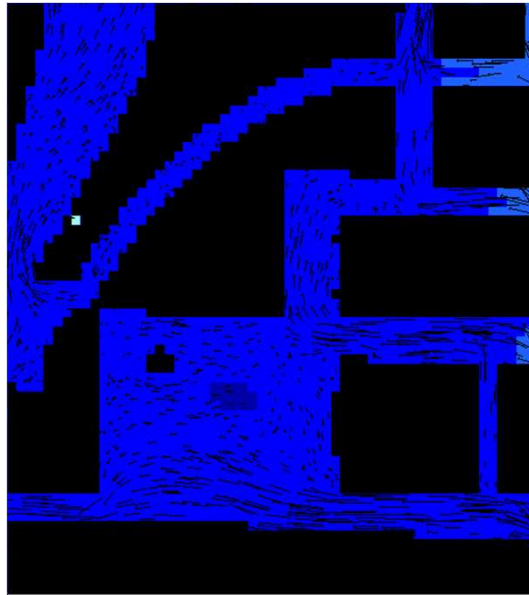
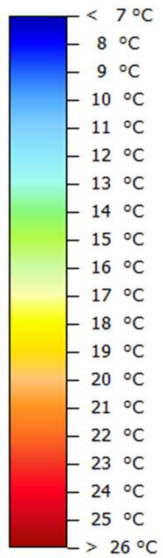
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 03h

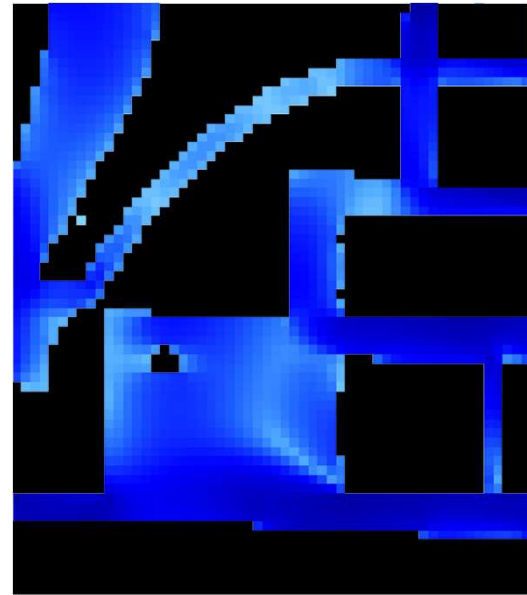
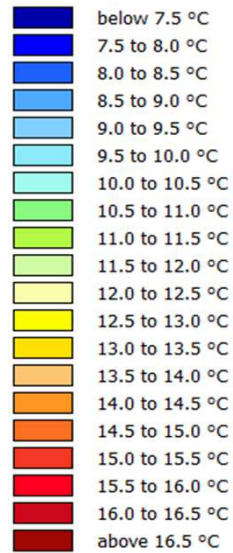




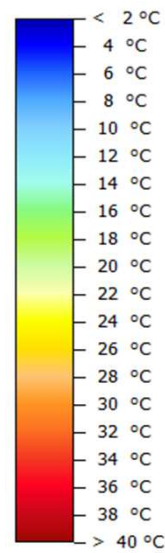
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

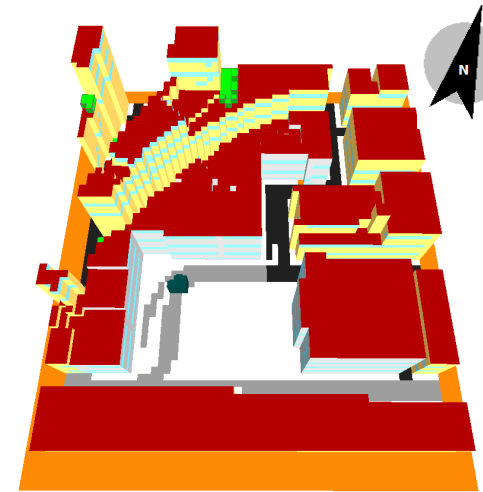
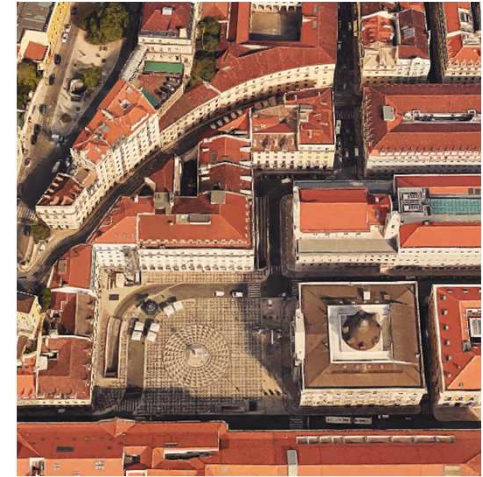


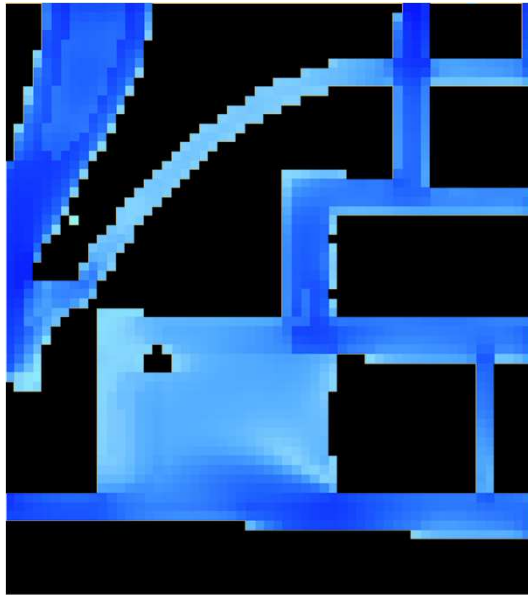
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



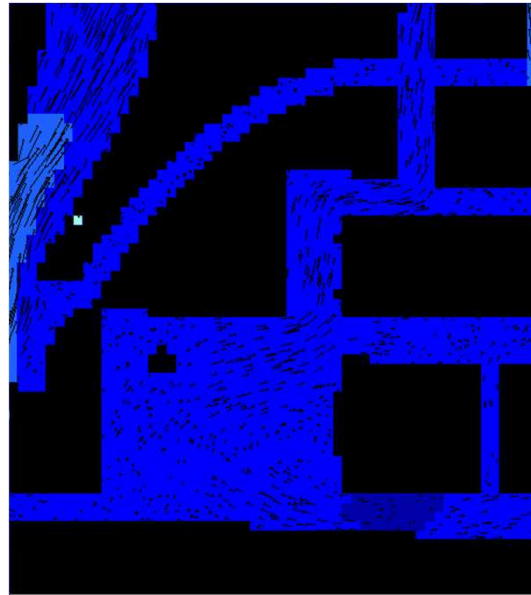
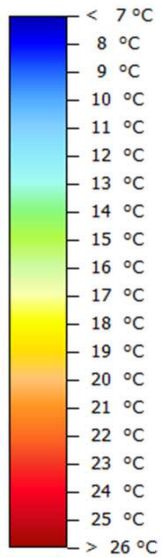
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 04h

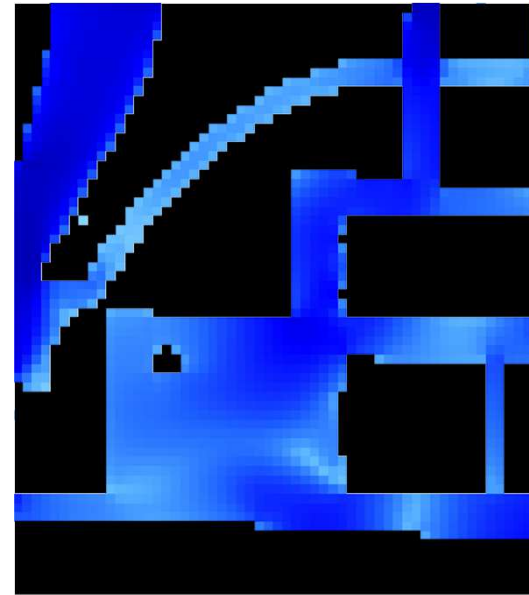
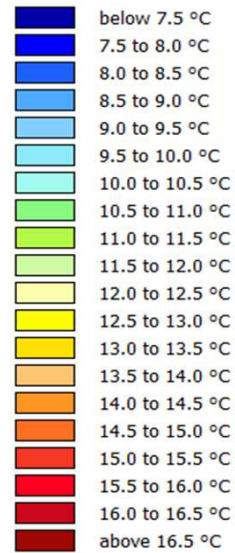




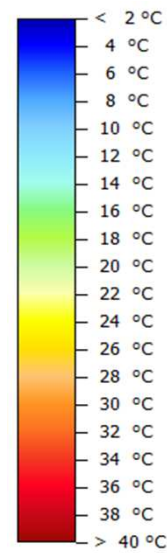
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

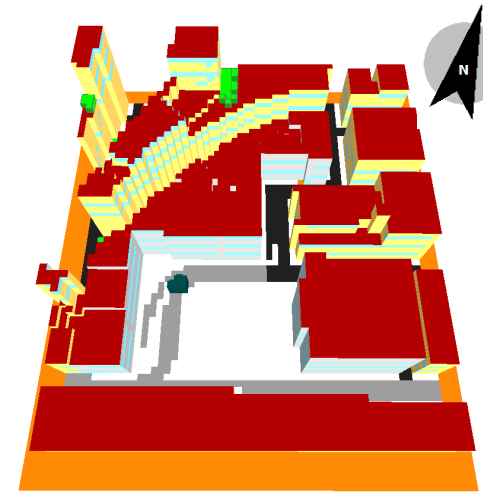
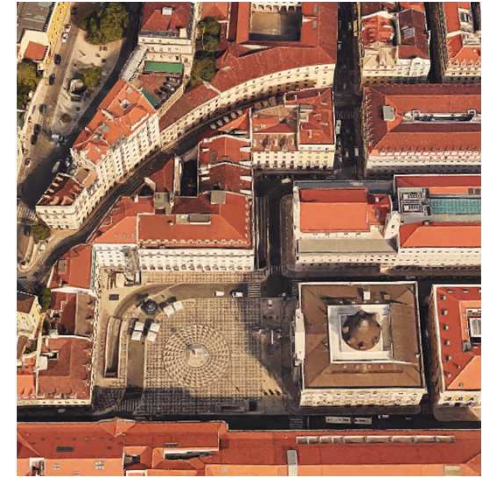


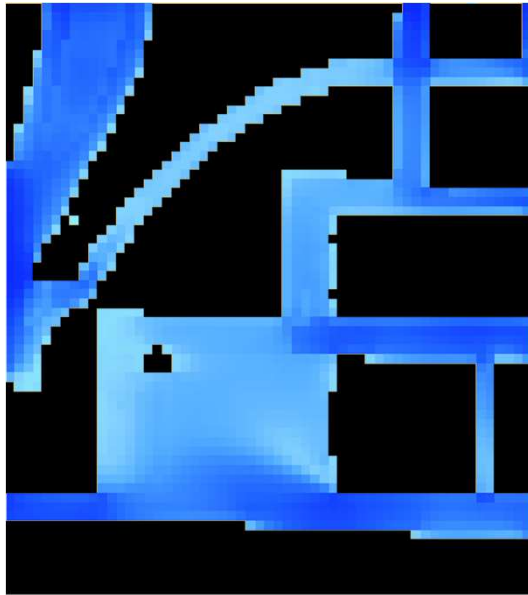
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



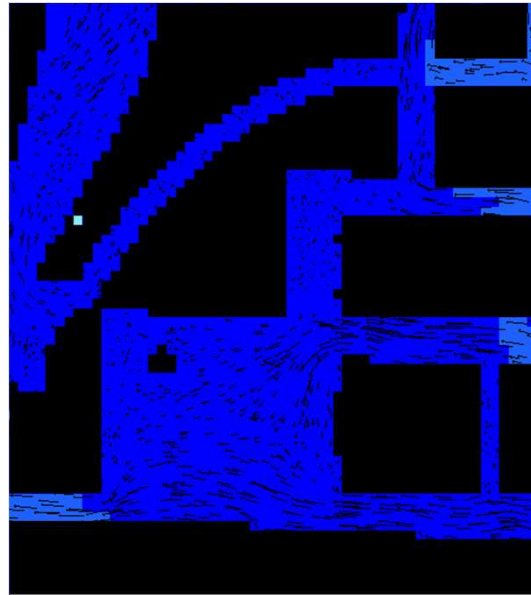
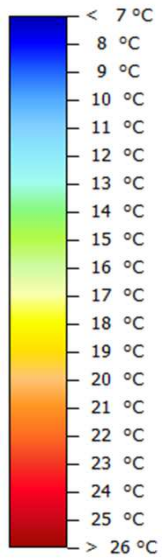
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 05h

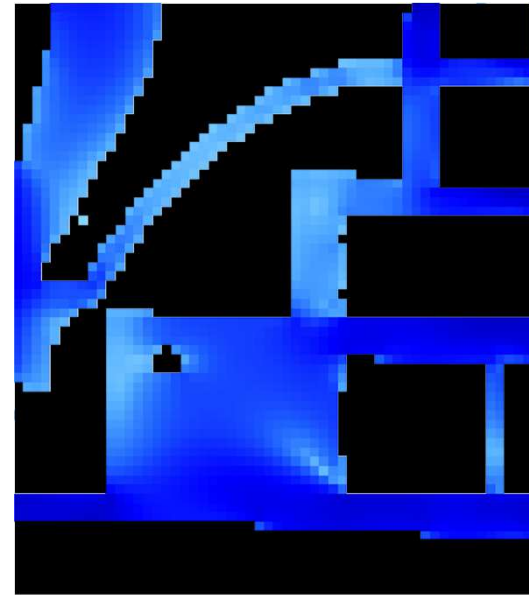
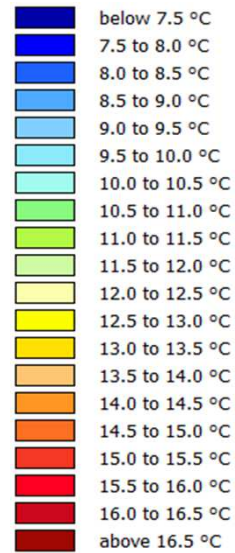




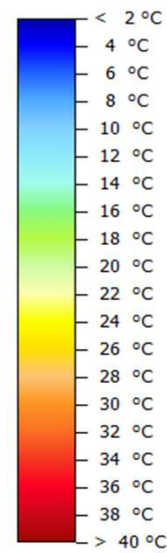
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

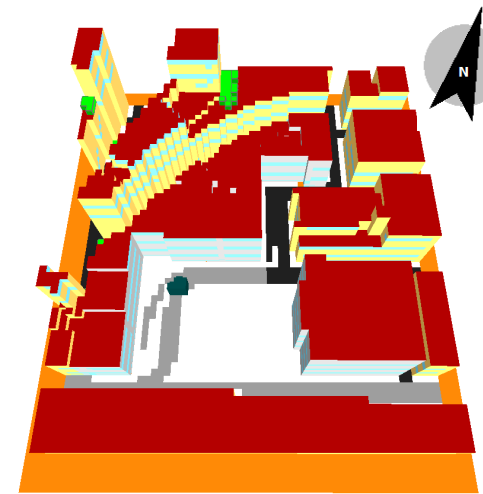
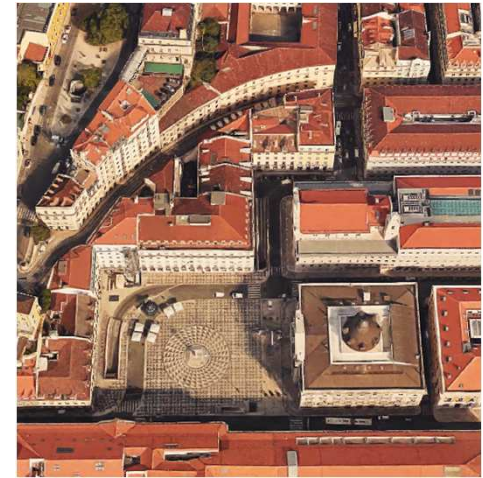


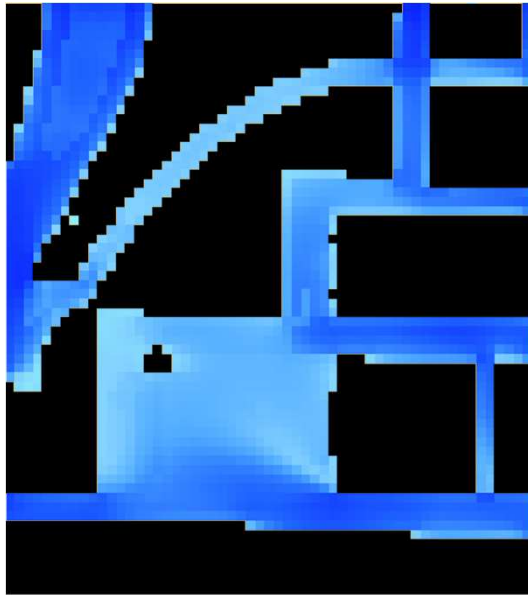
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



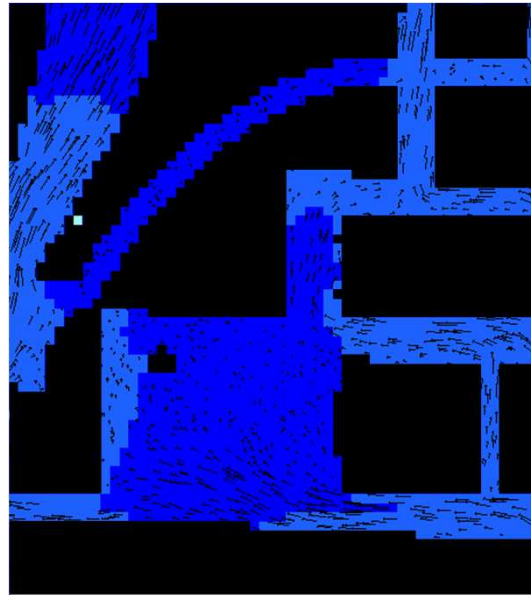
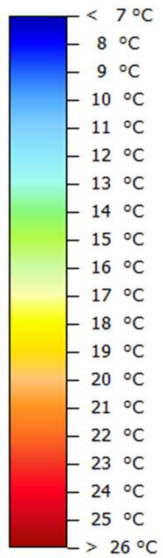
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 06h

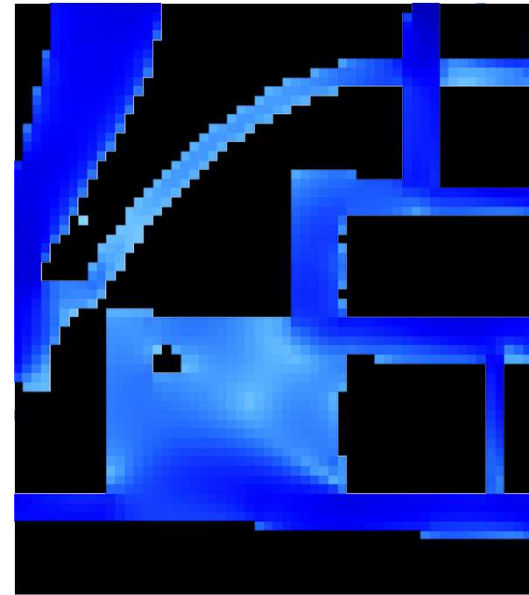
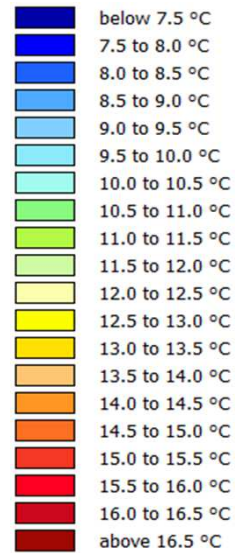




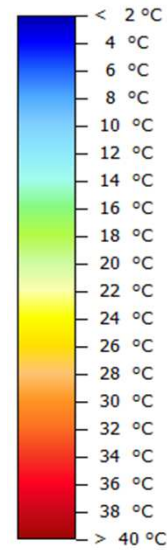
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

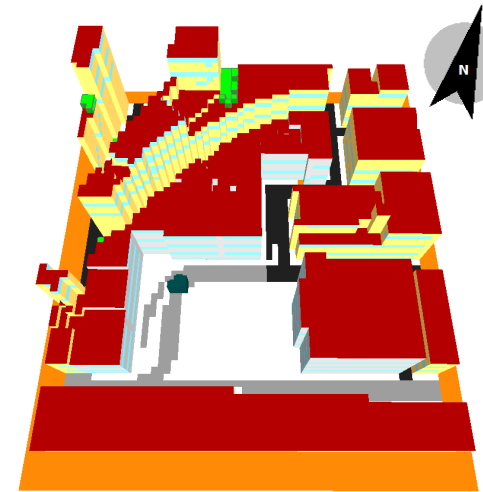
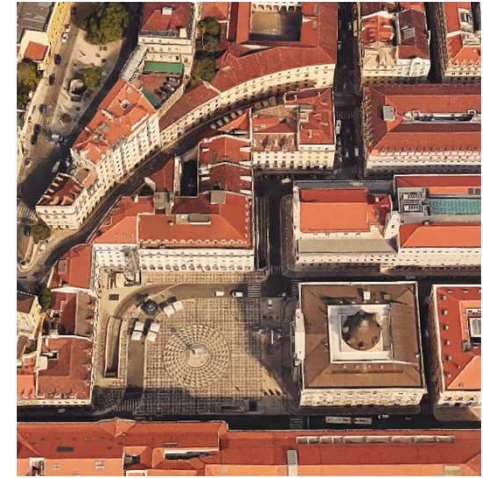


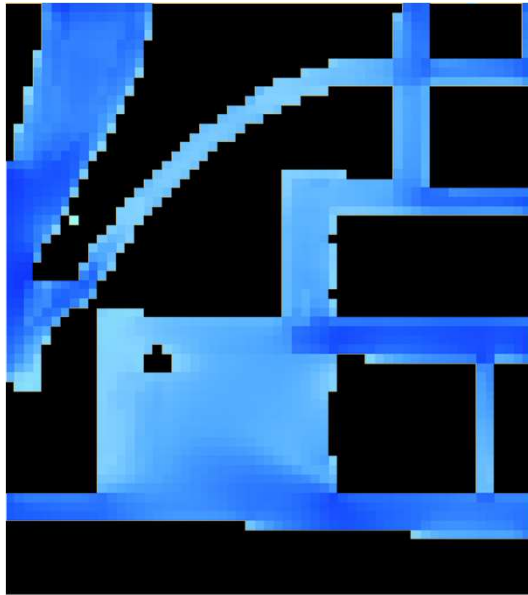
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



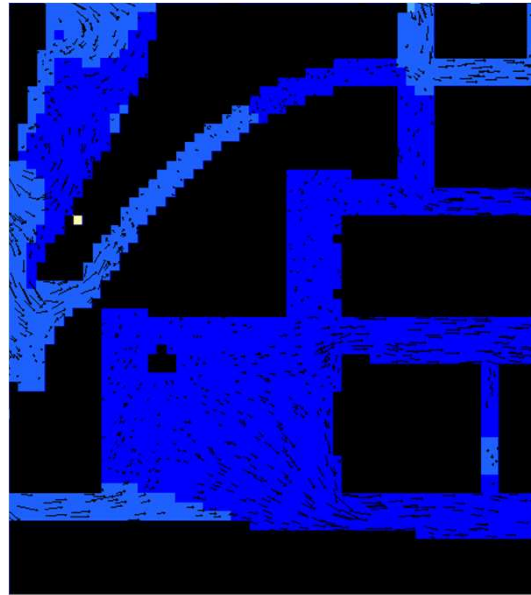
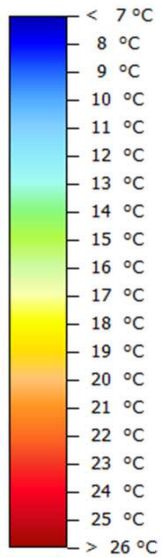
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 07h

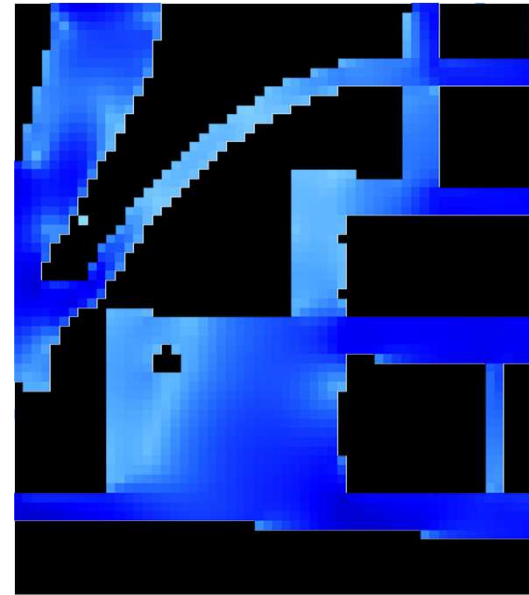
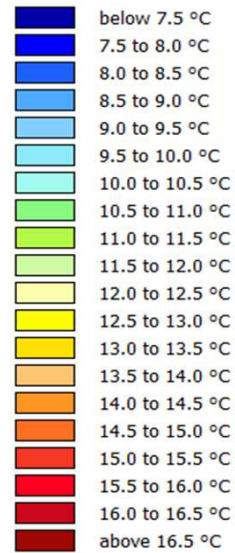




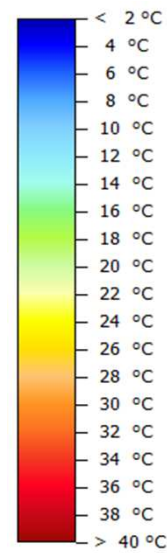
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

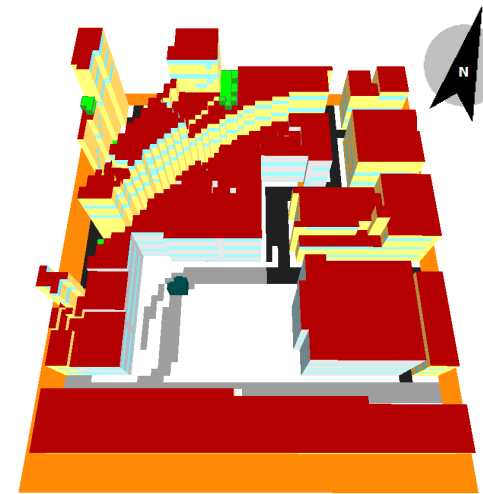
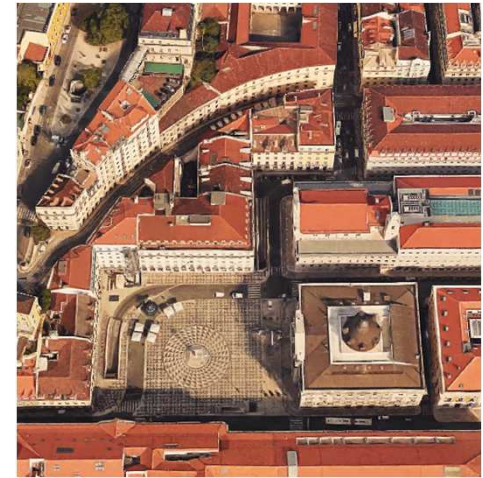


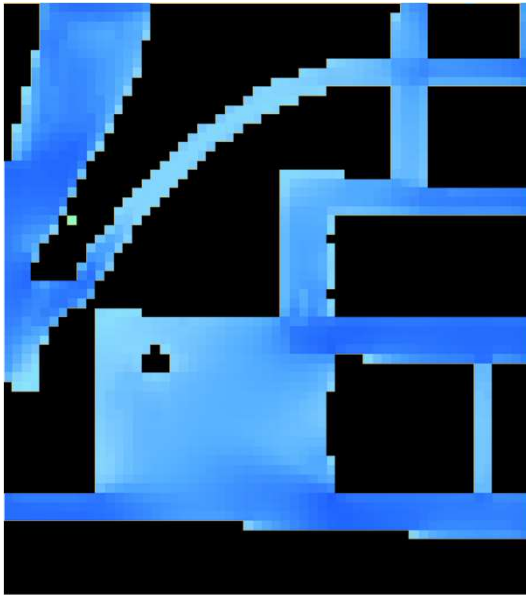
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



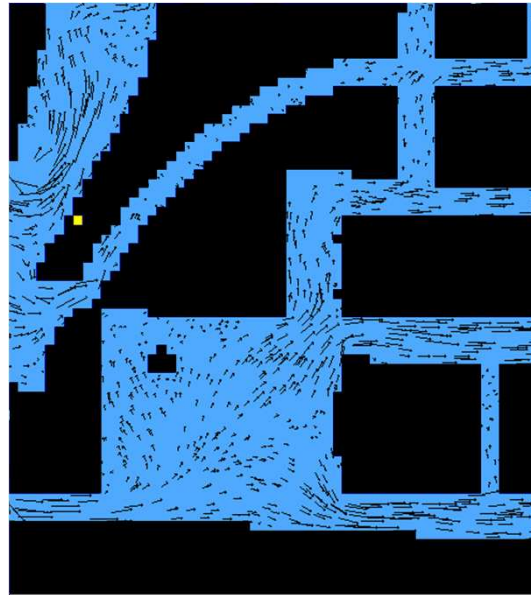
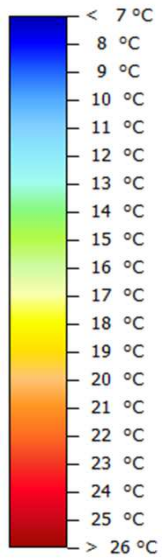
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 08h

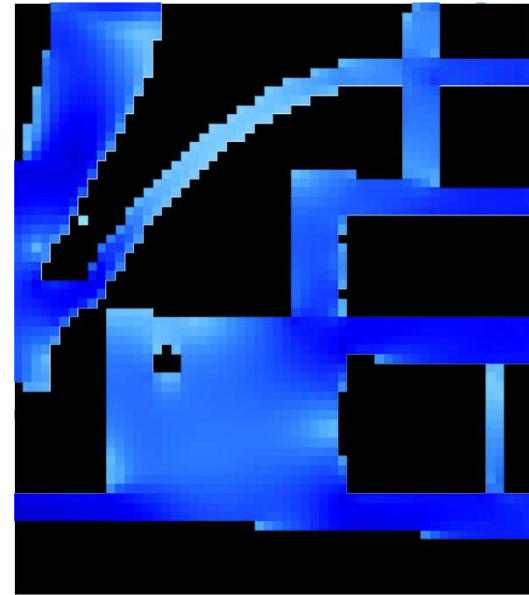
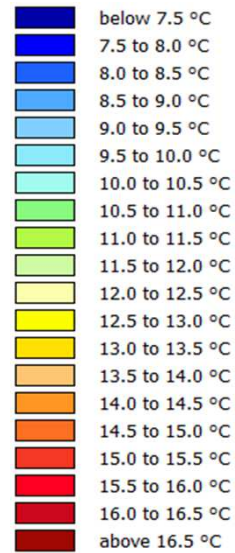




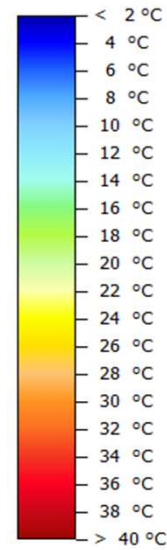
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

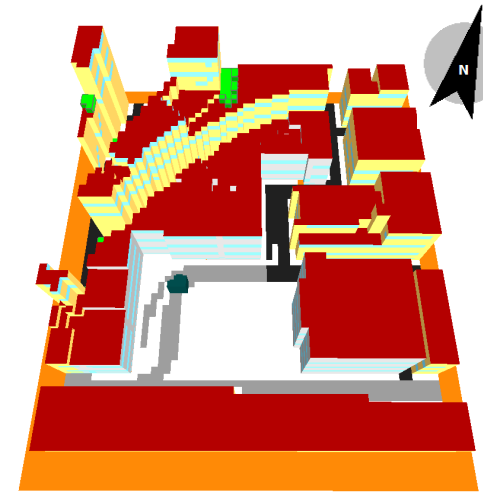
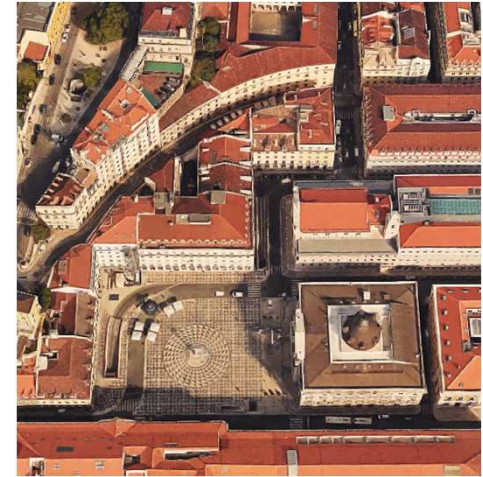


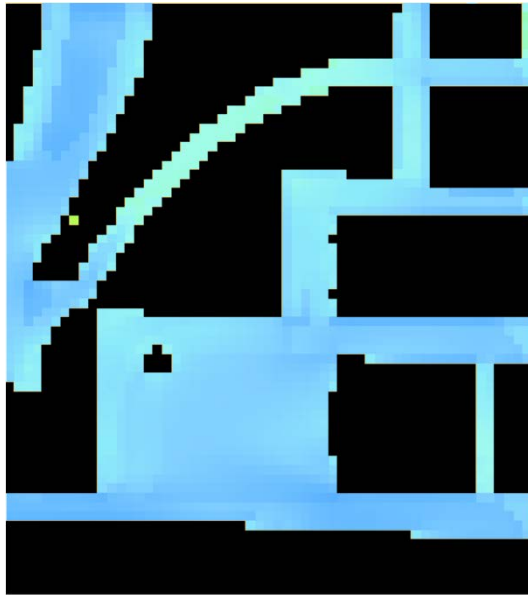
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



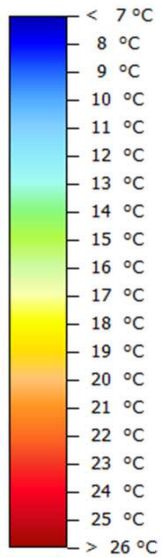
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 09h

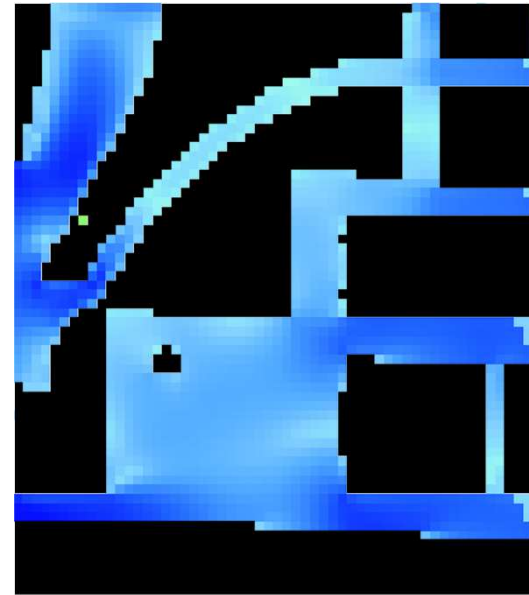
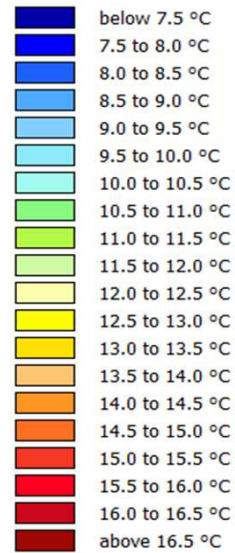




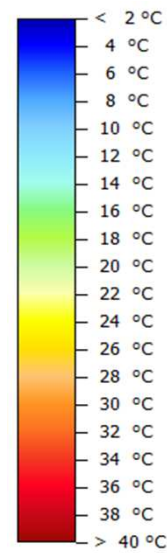
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

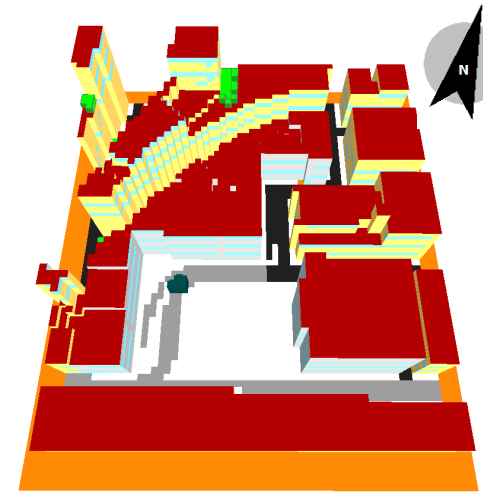
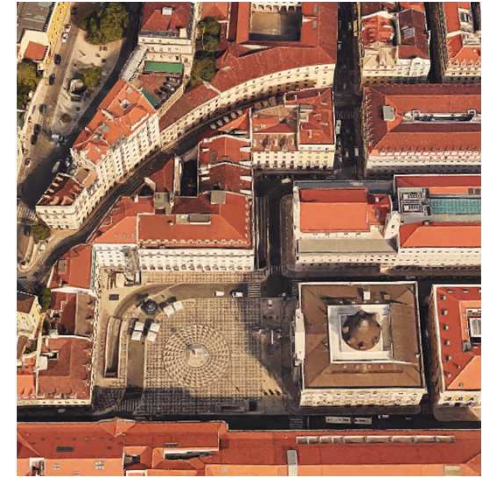


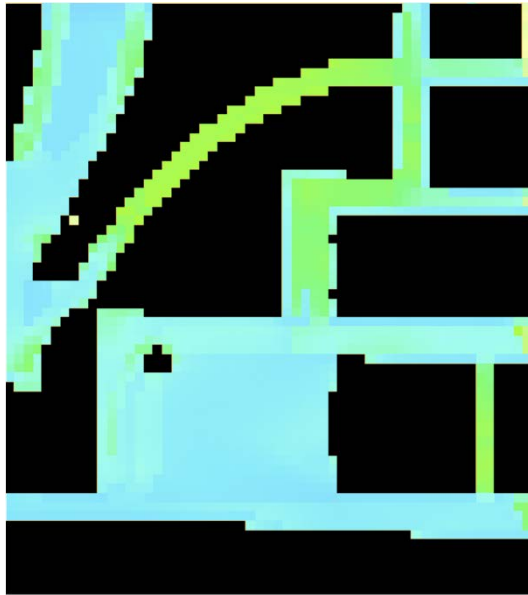
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



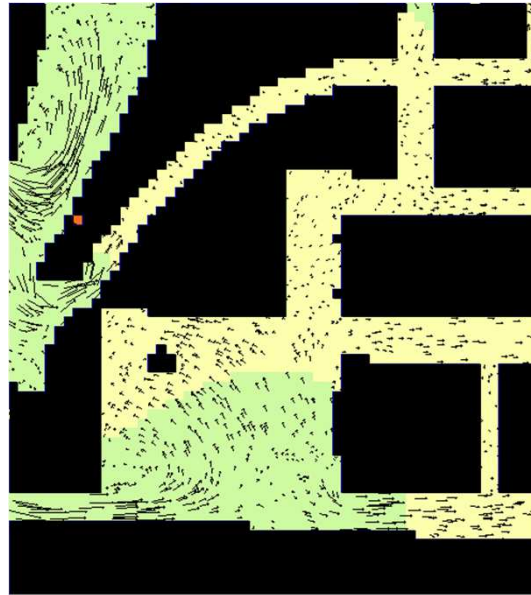
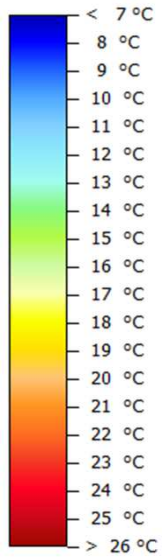
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 10h

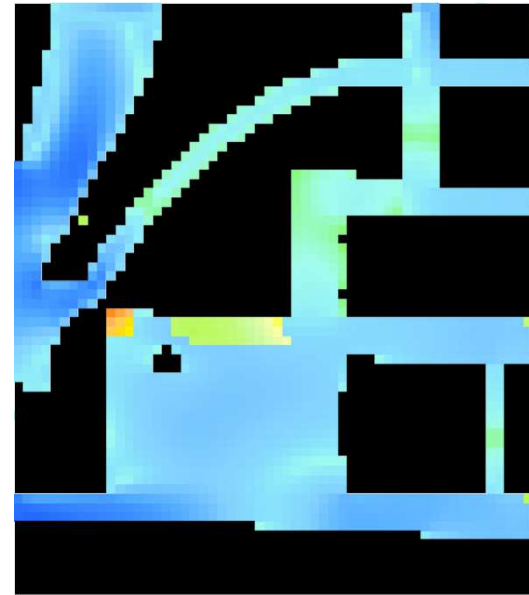
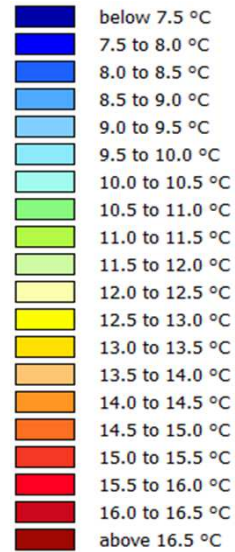




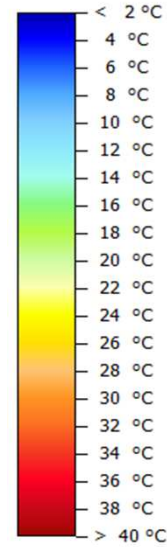
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

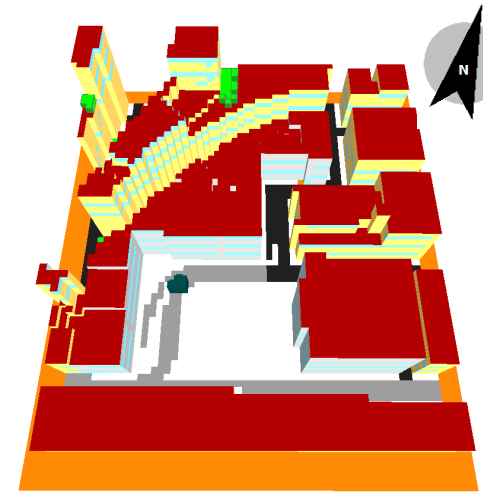
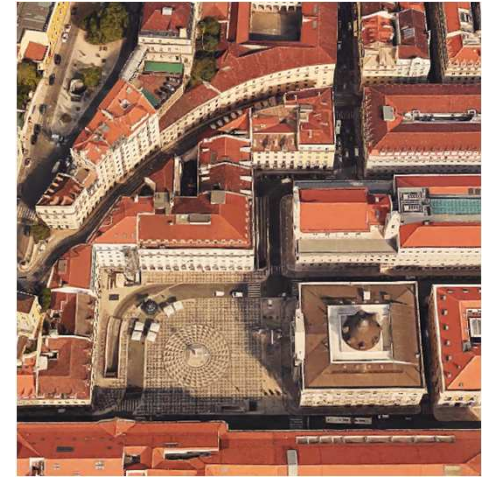


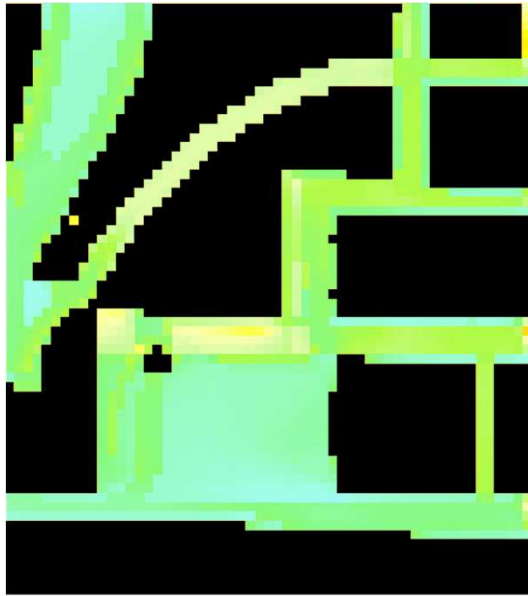
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



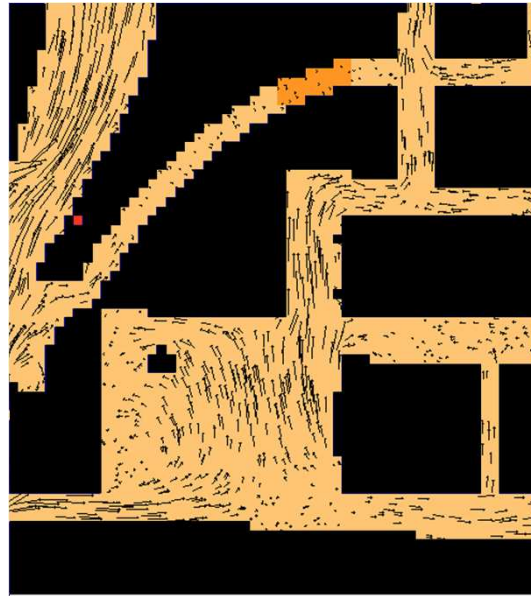
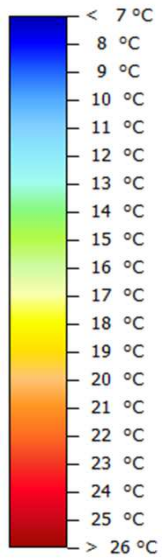
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 11h

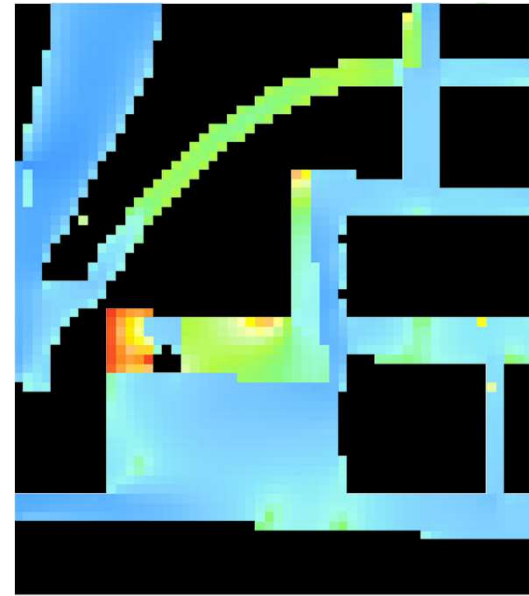
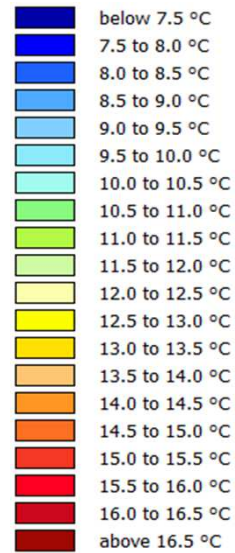




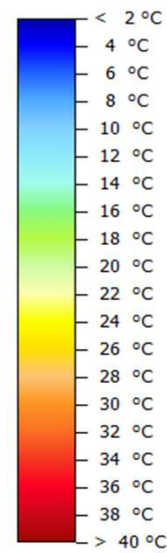
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

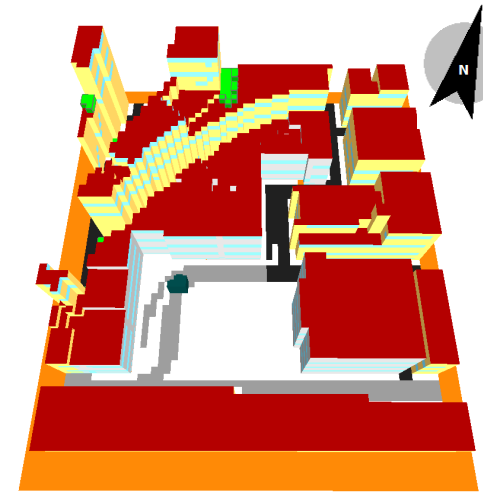
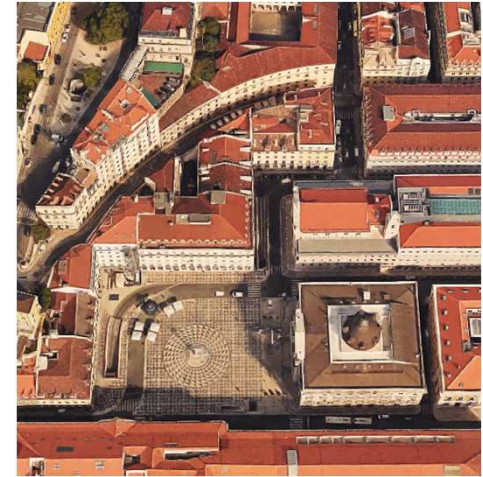


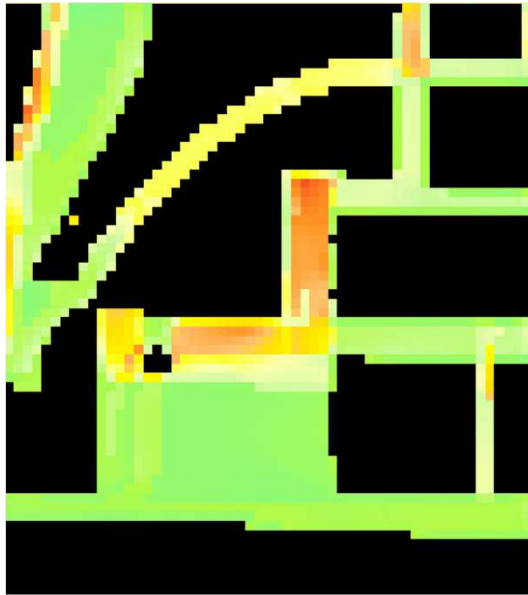
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



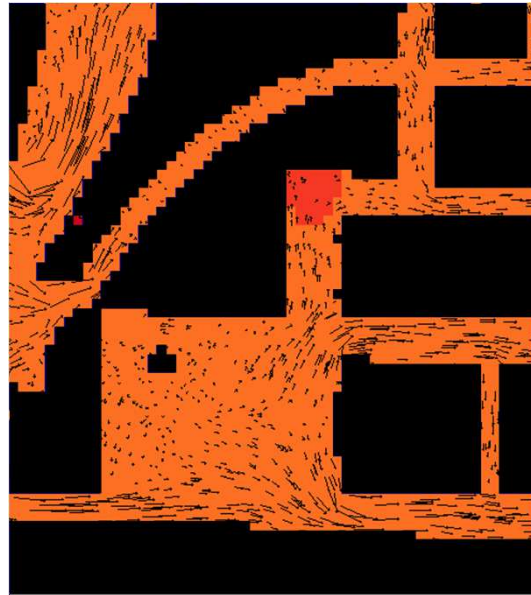
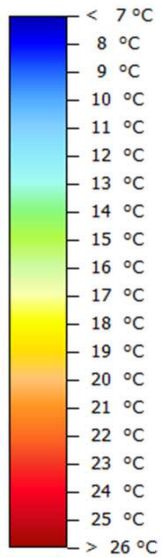
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 12h

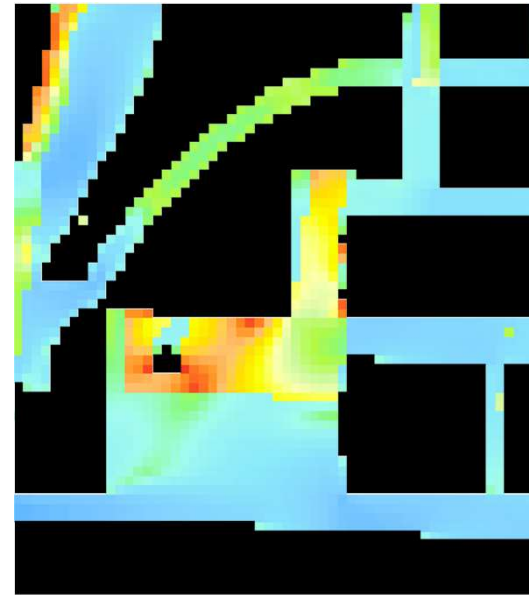
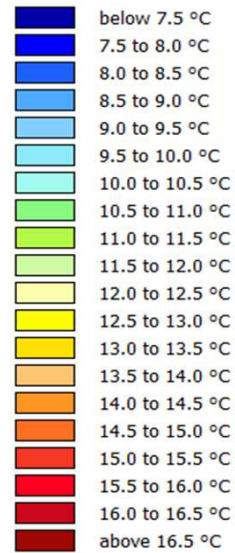




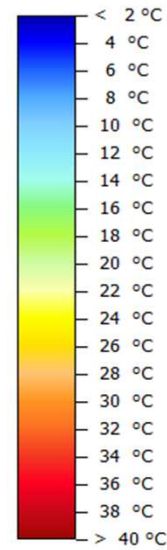
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

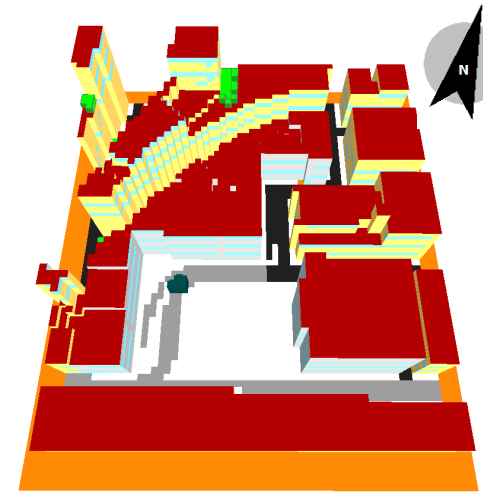
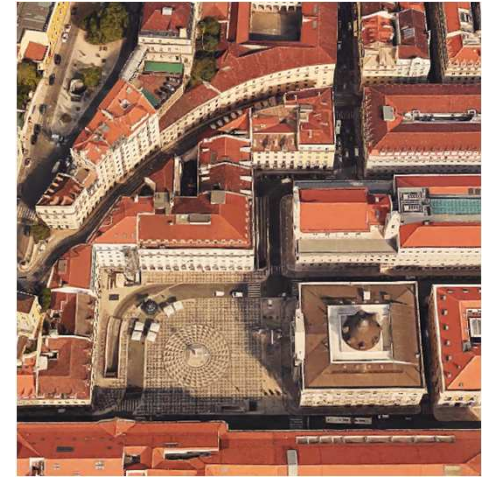


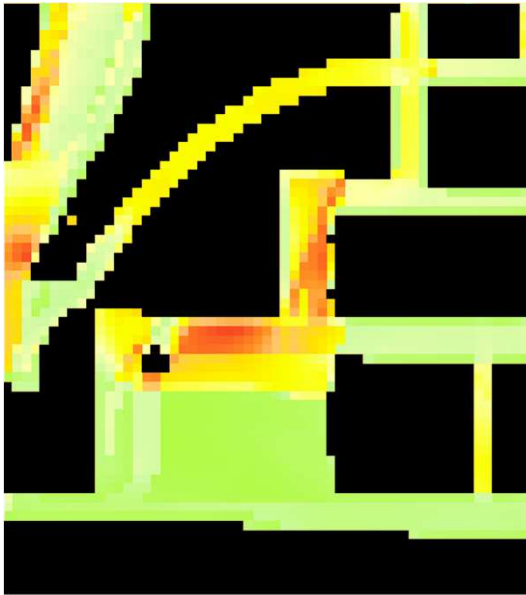
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



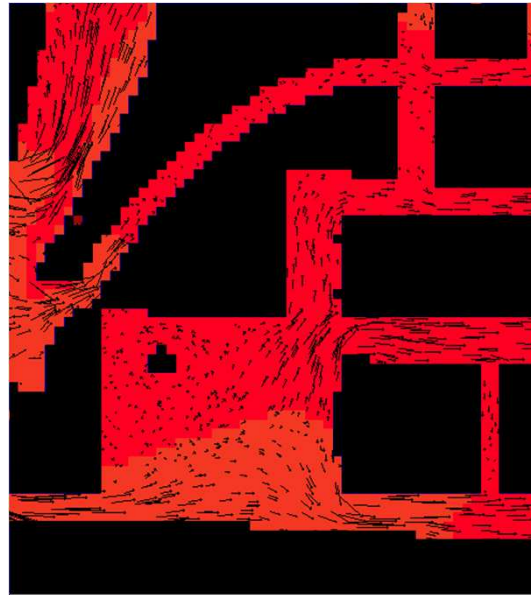
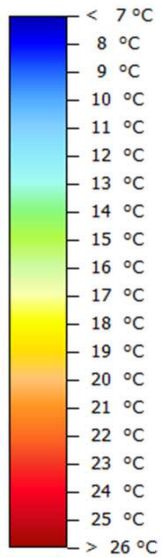
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 13h

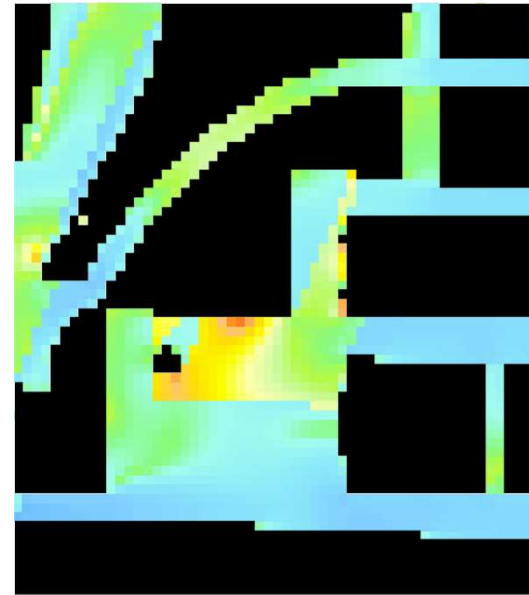
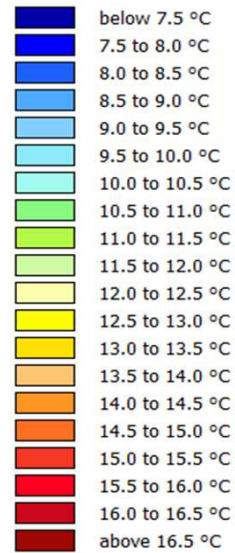




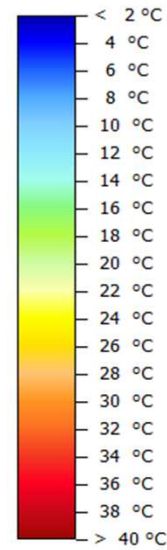
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

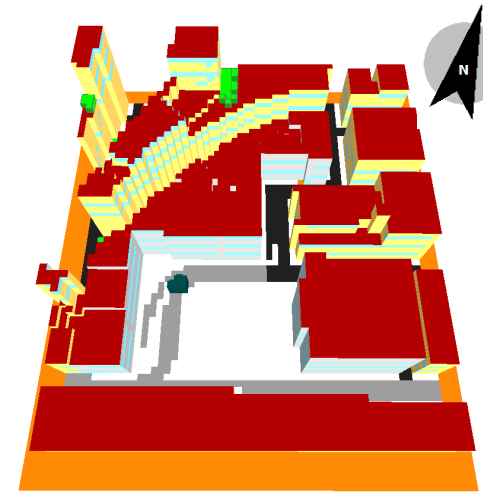
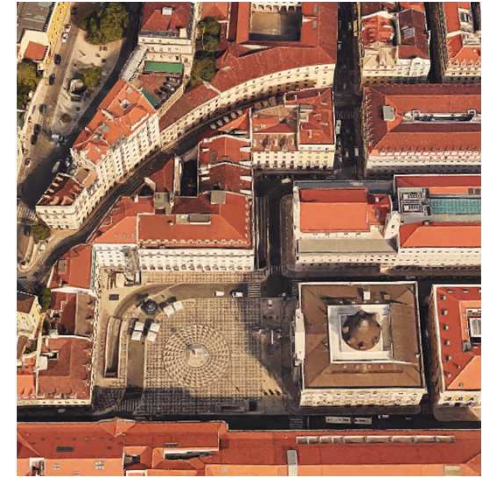


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



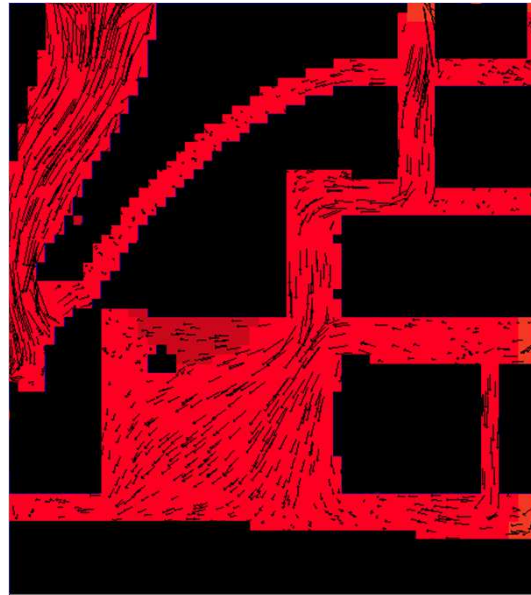
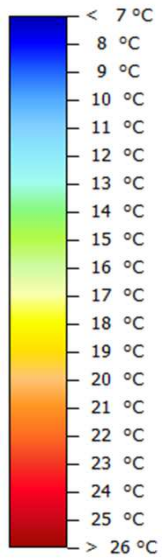
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 14h

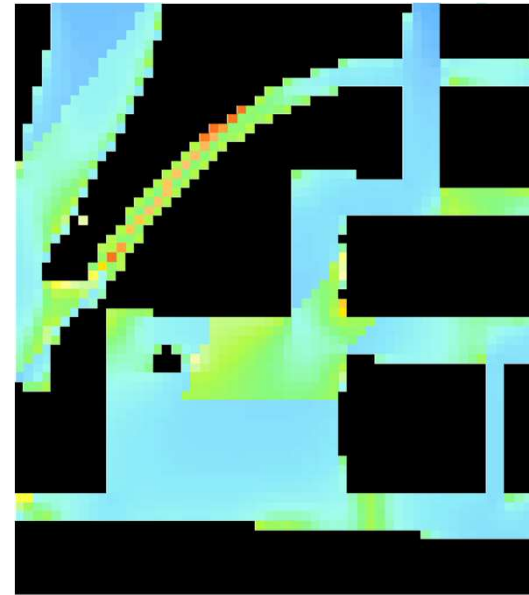
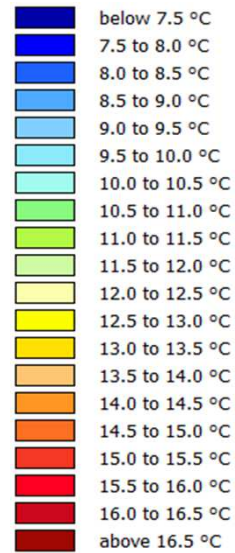




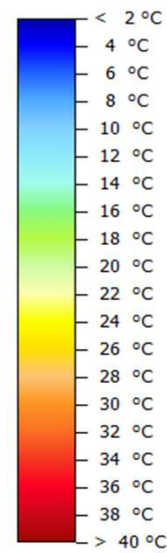
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

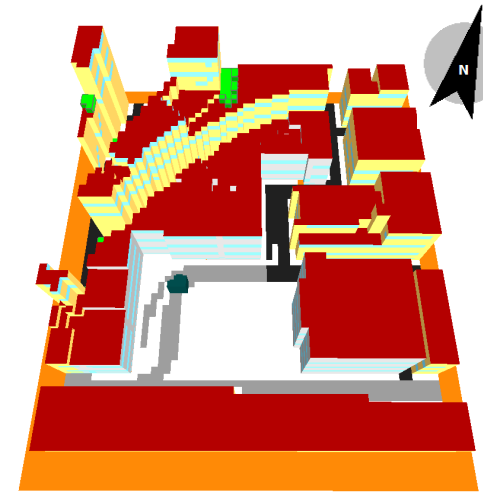
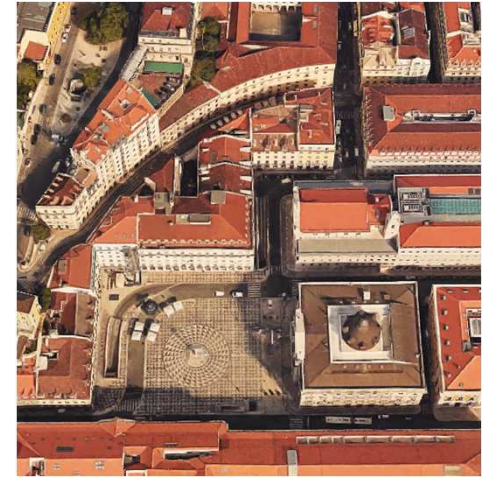


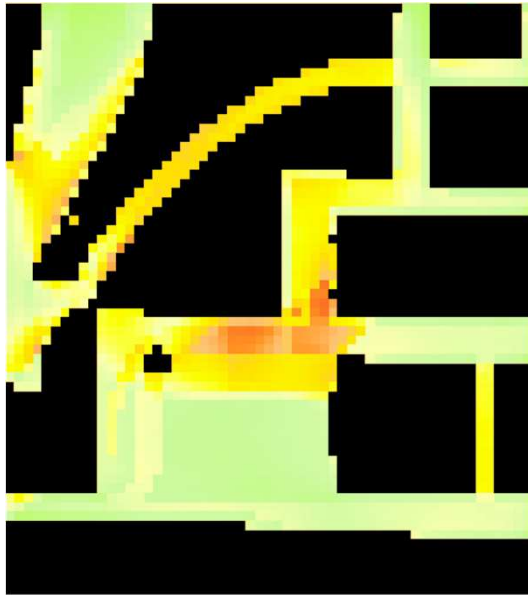
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



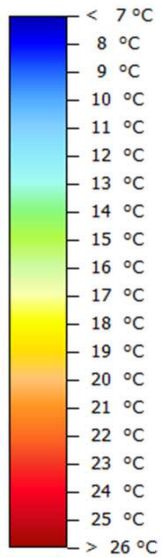
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 15h

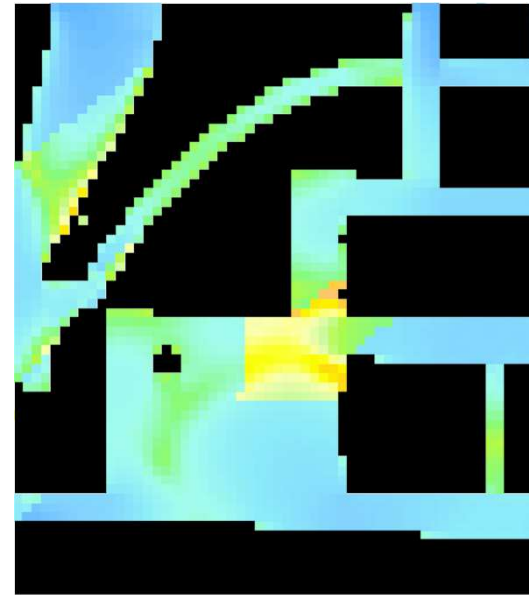
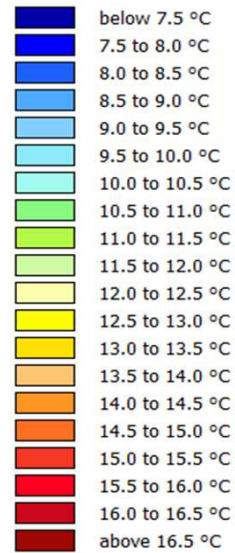




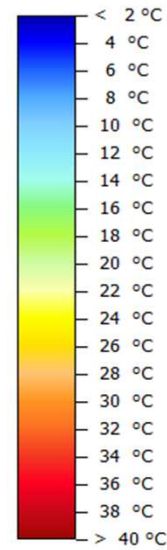
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

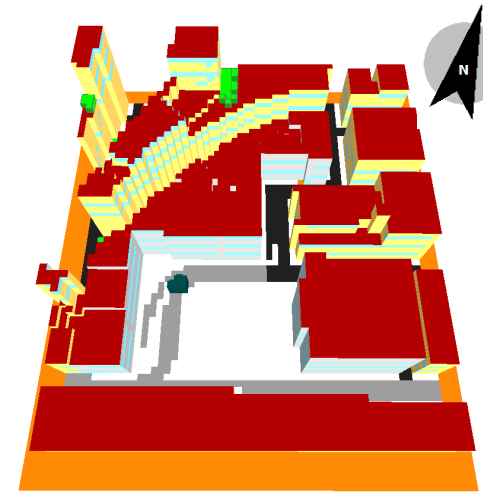
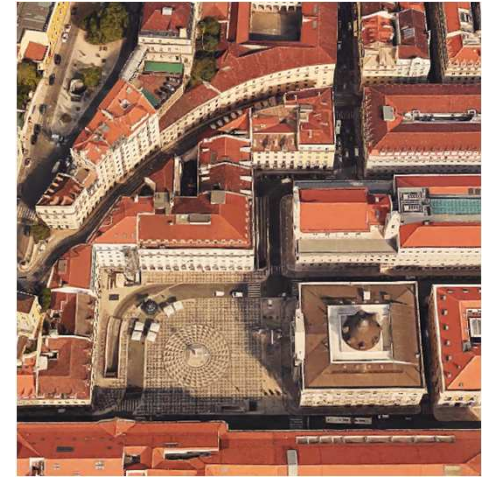


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



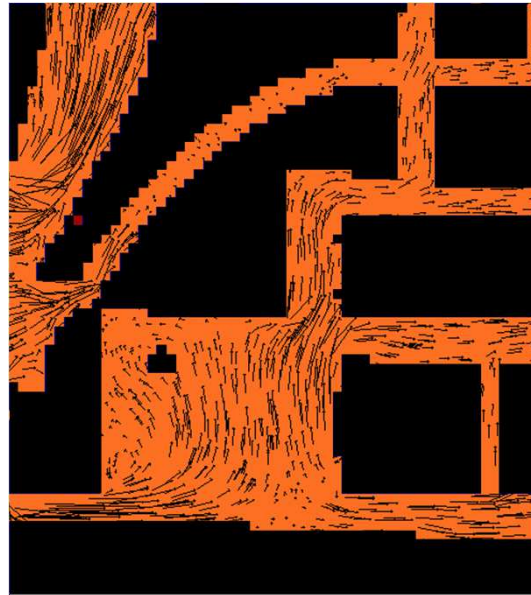
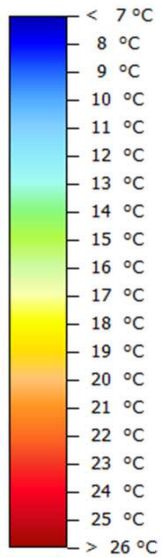
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 16h

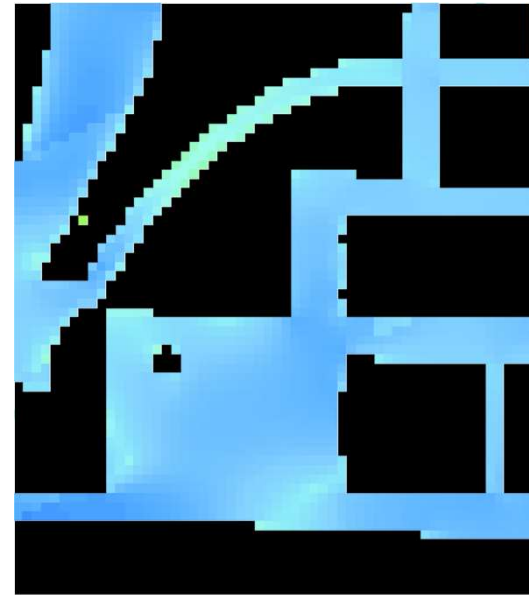
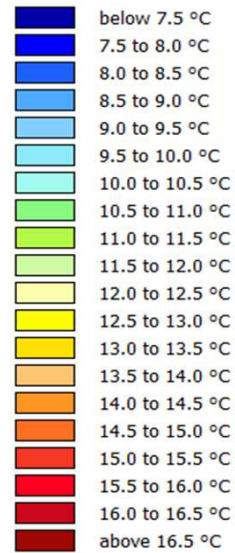




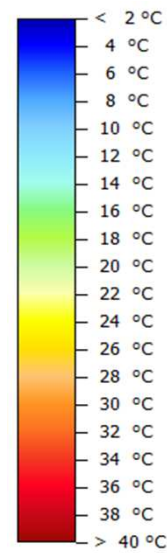
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

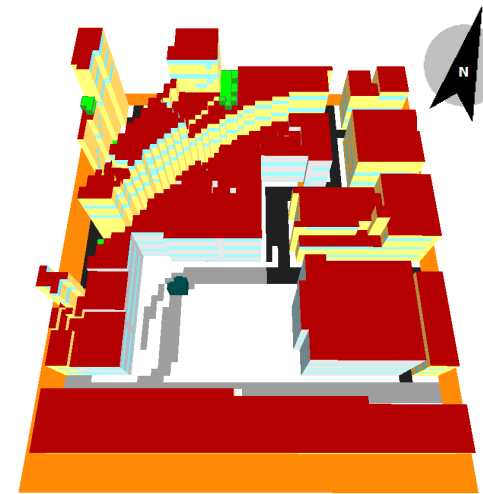
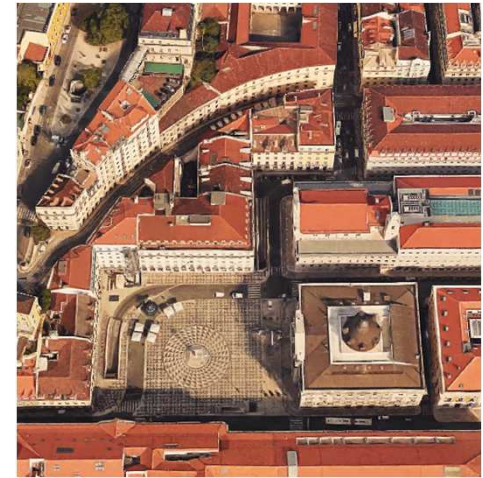


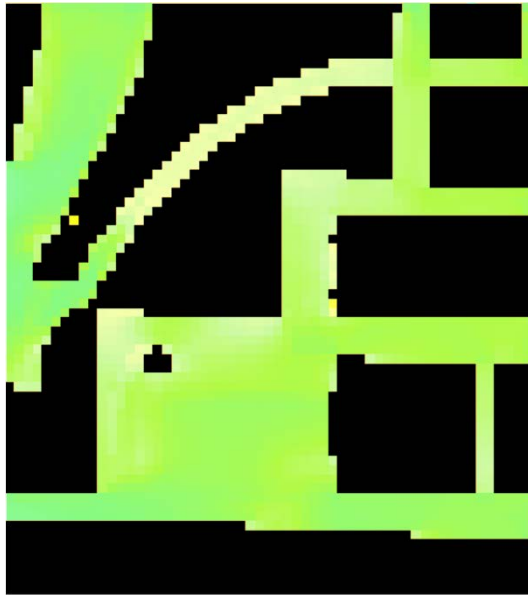
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



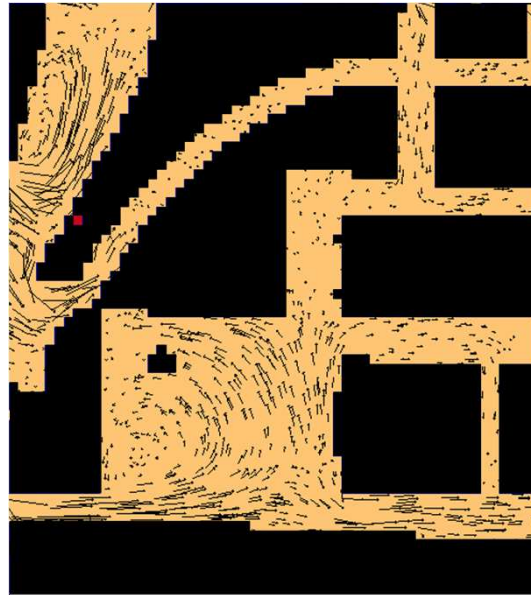
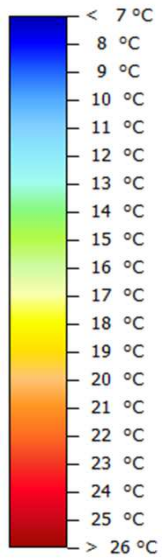
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 17h

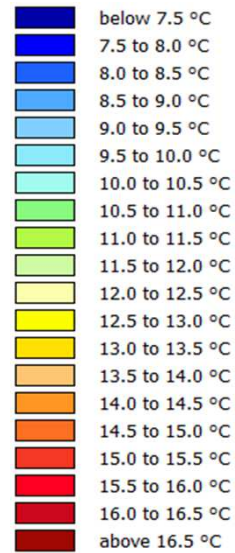




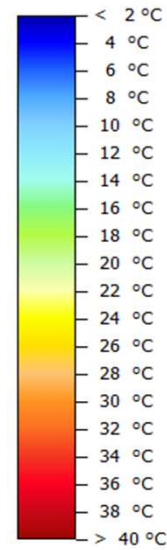
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

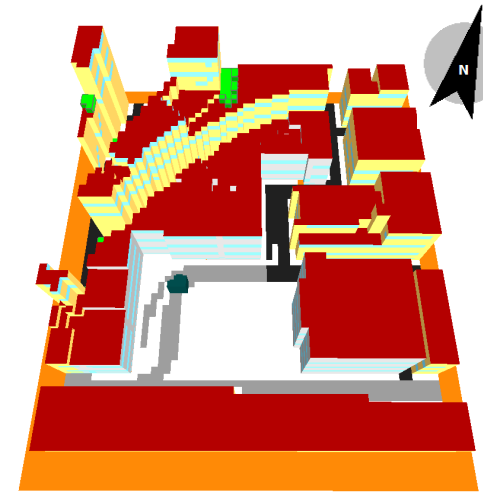
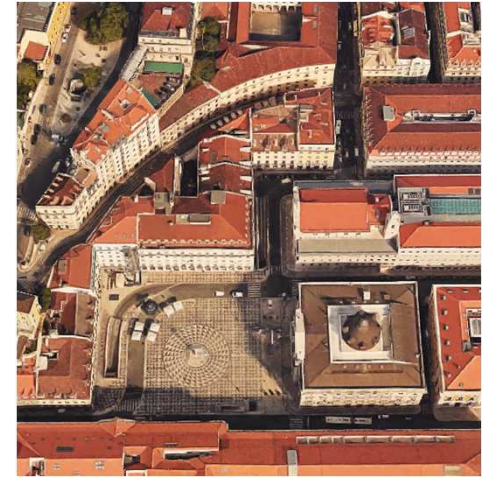


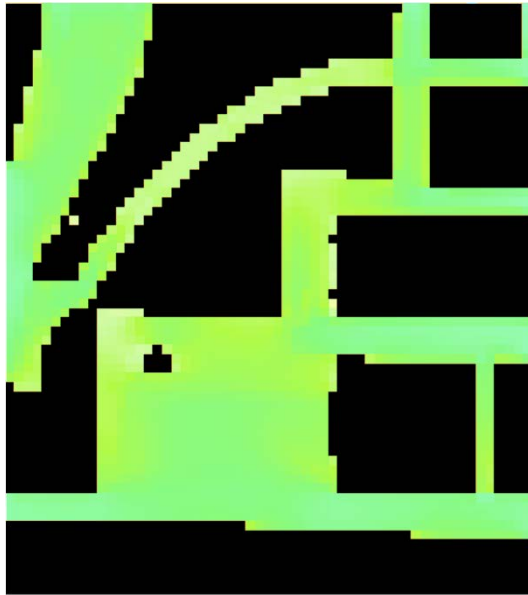
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



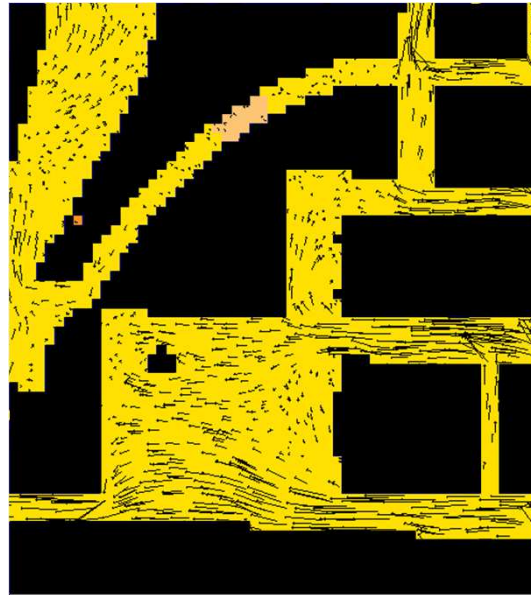
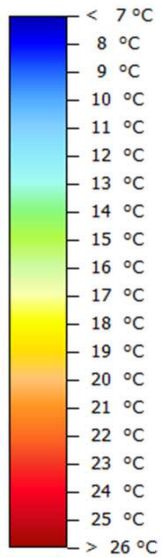
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 18h

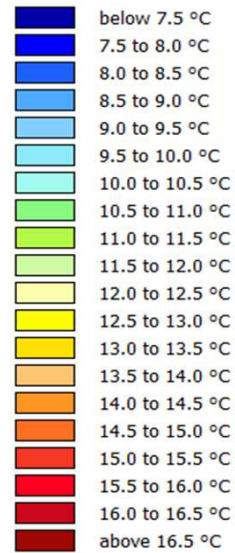




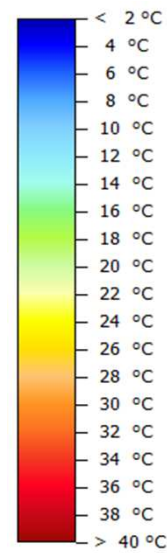
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

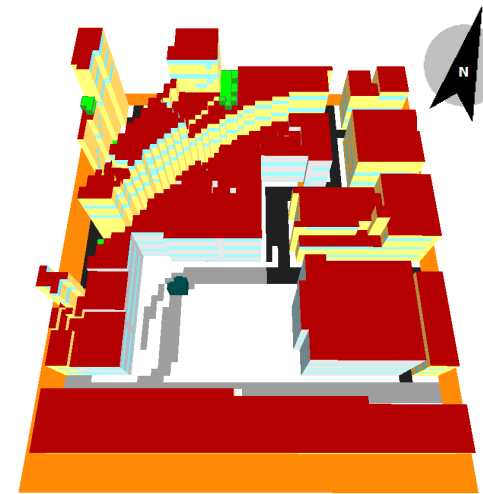
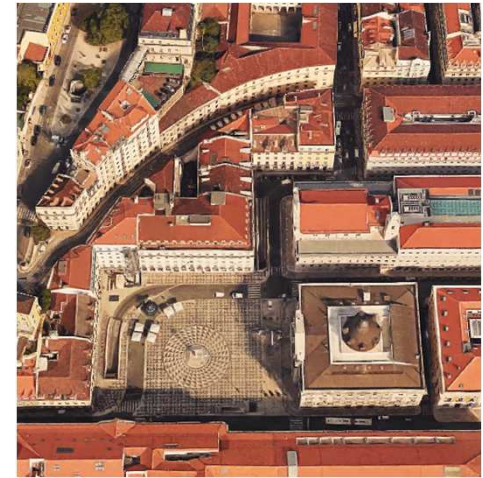


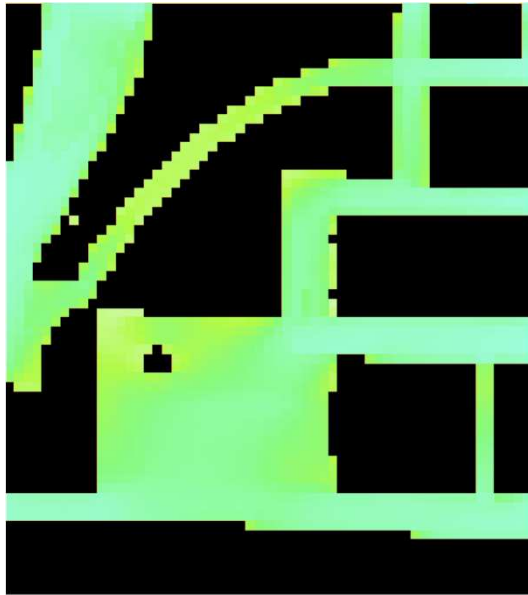
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



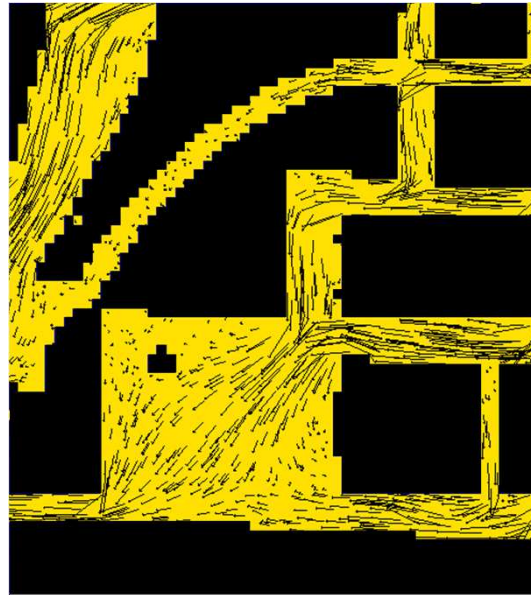
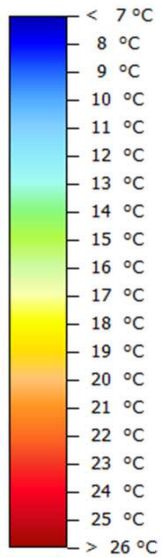
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 19h

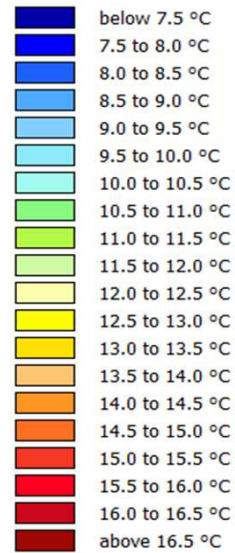




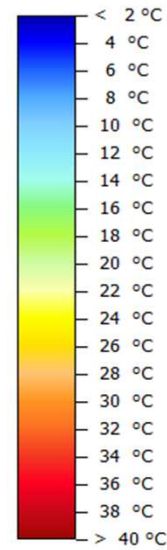
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

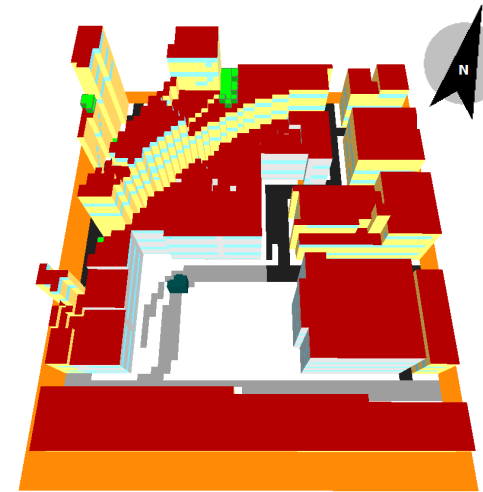
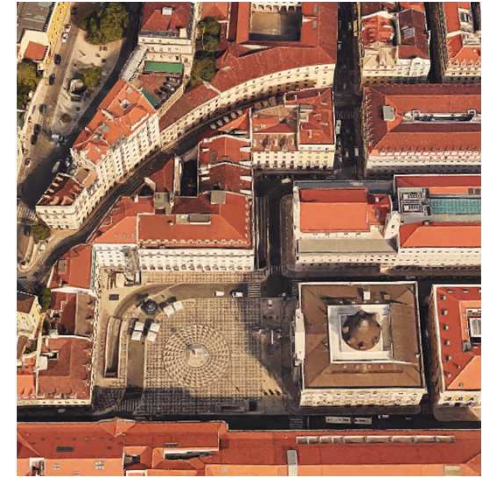


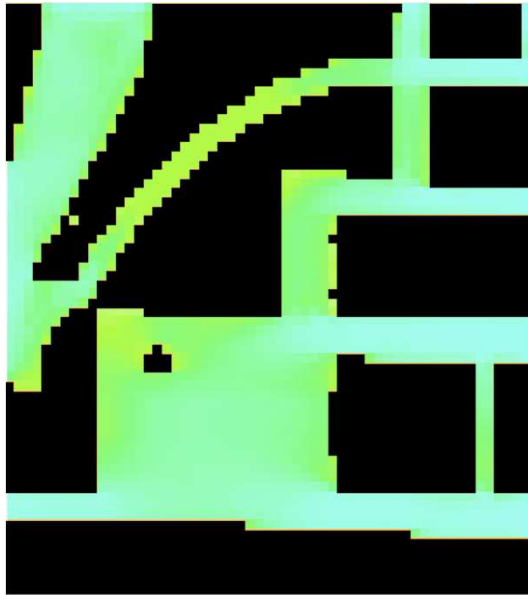
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



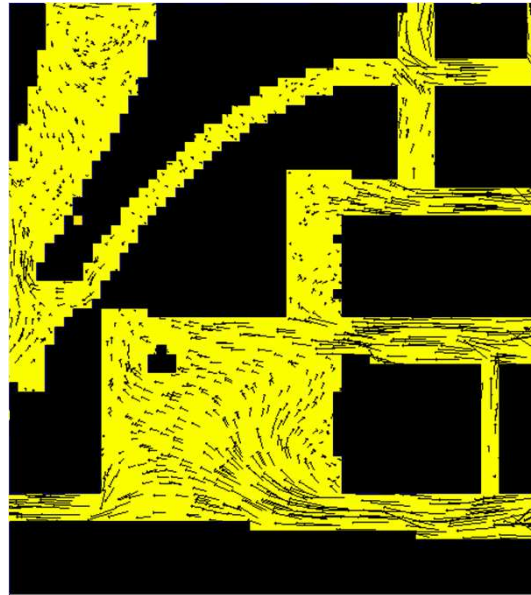
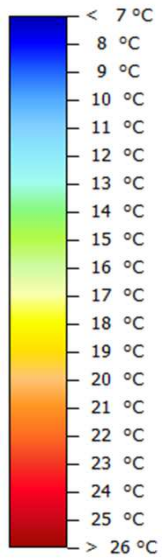
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 20h

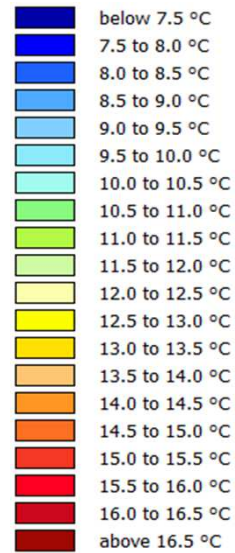




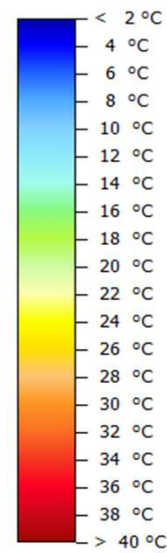
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

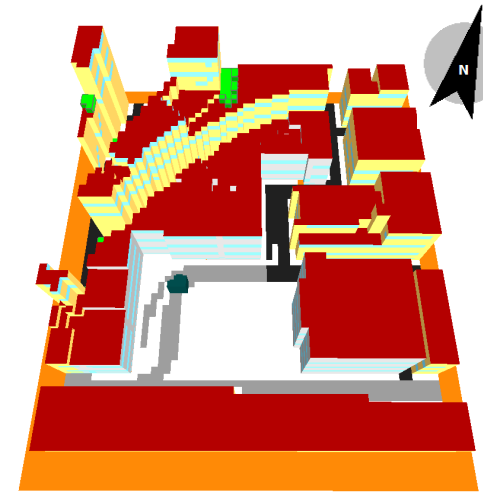
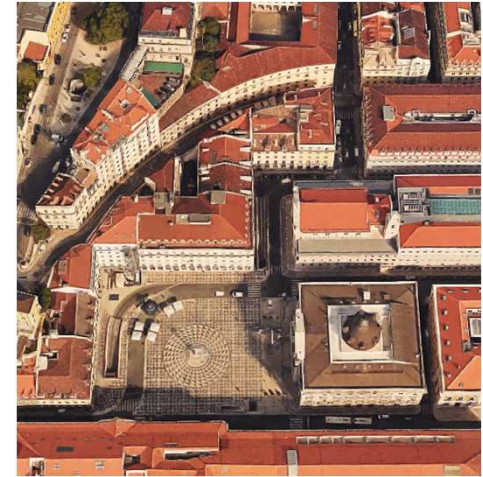


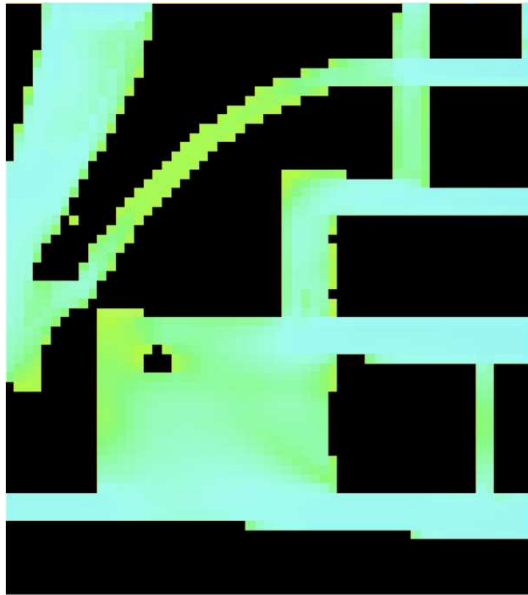
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



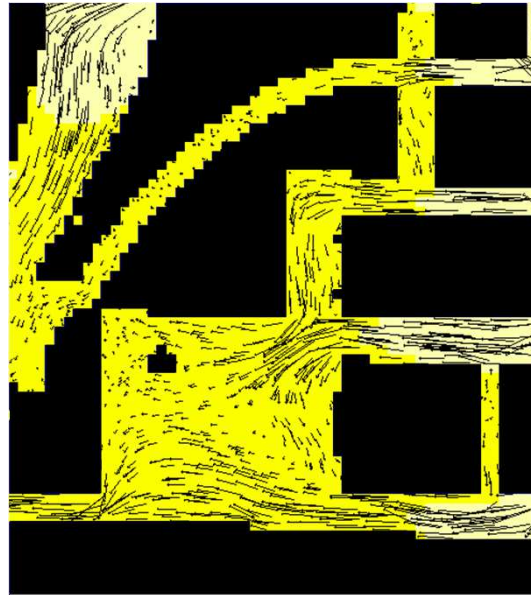
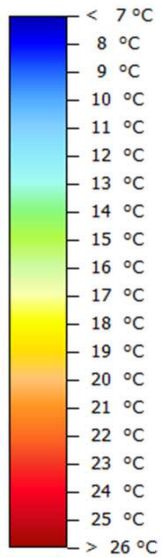
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 21h

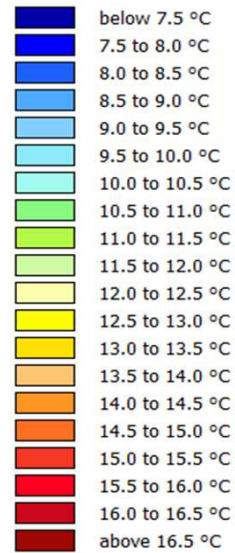




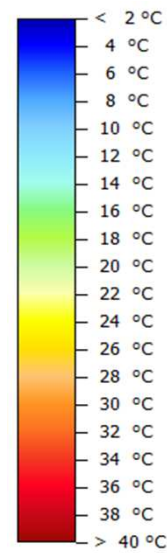
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

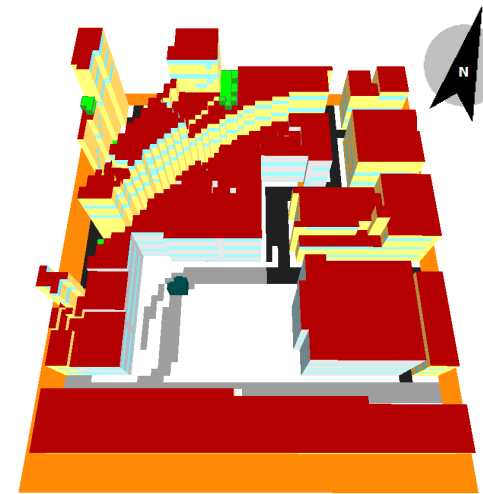
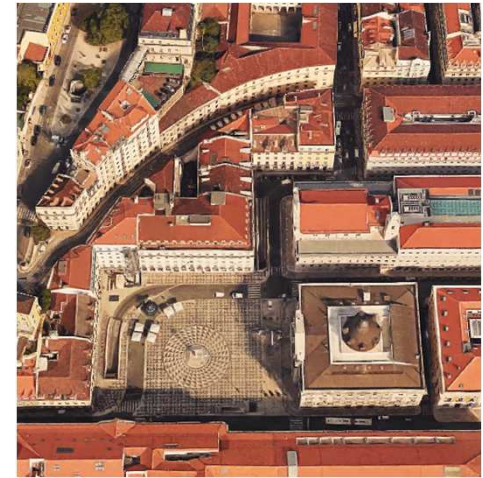


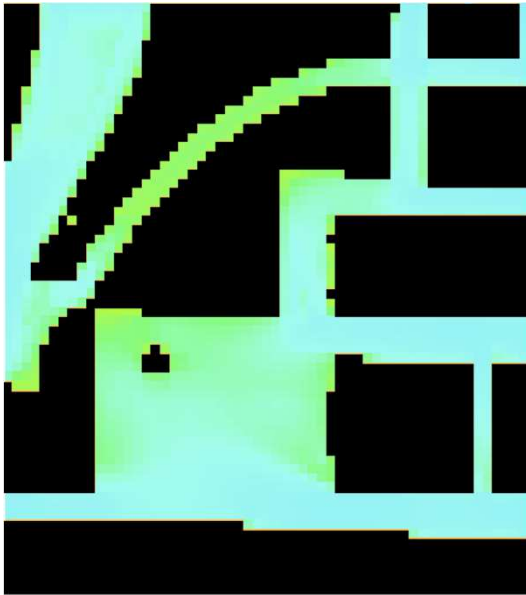
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



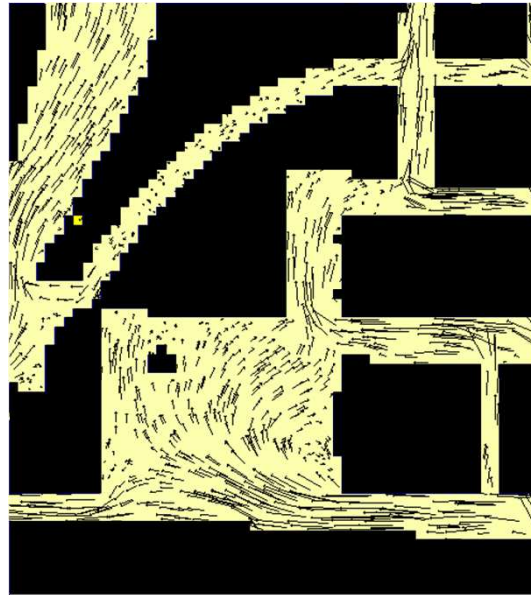
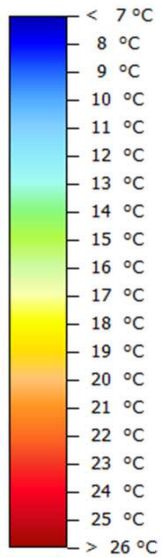
Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 22h

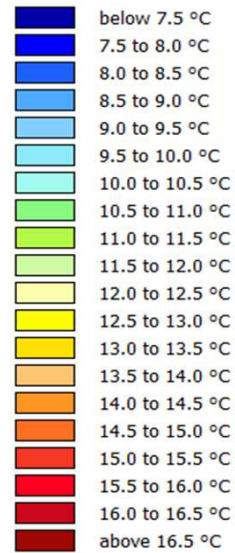




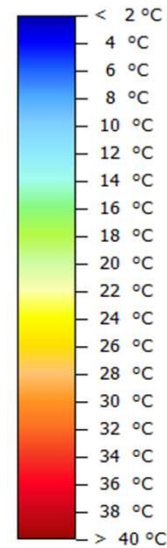
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

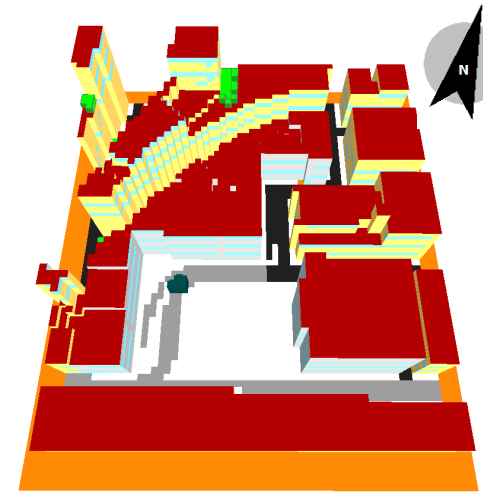
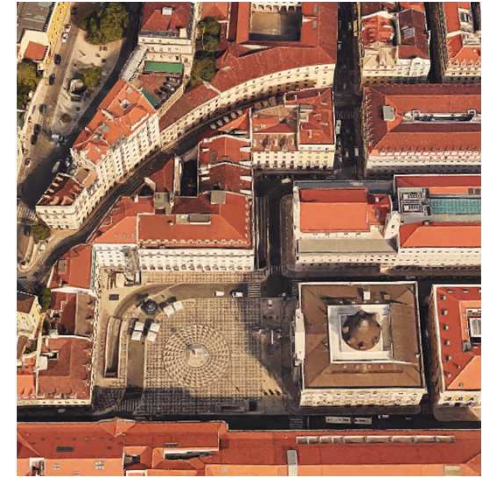


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Dia: Inverno Típico (12/12)

Hora: 23h



3. Resultados das simulações microclimáticas: Medidas, Praça do Município

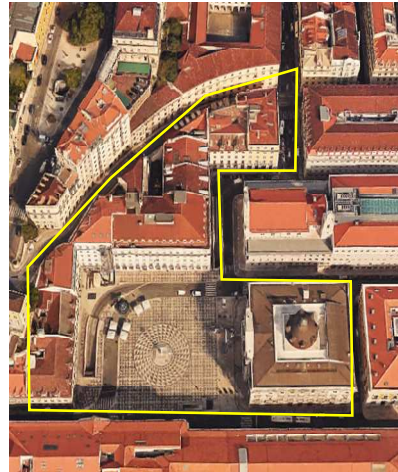
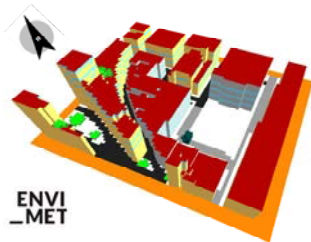
Onda de calor.

Duplo clique para abrir slides:

Zona – Praça do Município

Simulação microclima:
Clima atual + Medidas ICU

Onda de calor

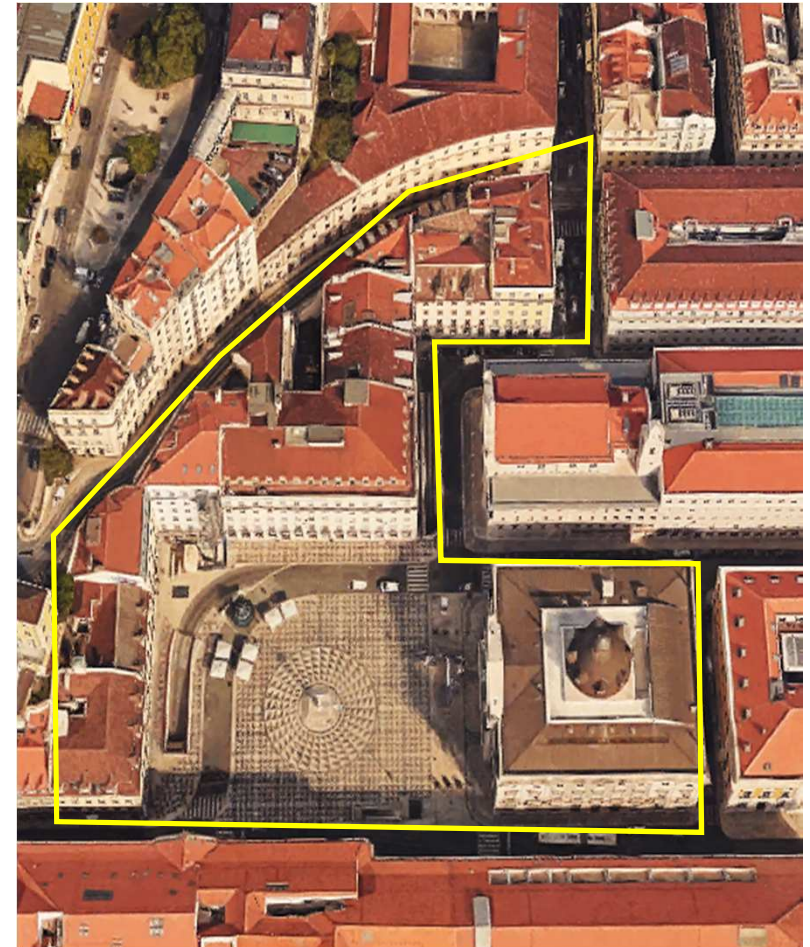
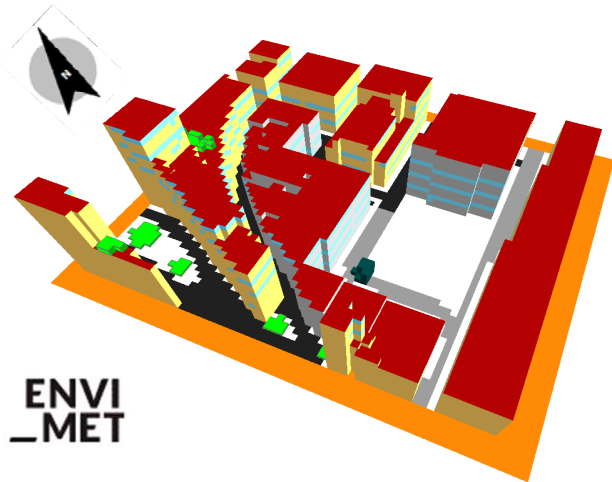


Erro! Ligação inválida.

Zona – Praça do Município

Simulação microclima:
Clima atual + Medidas ICU

Onda de calor



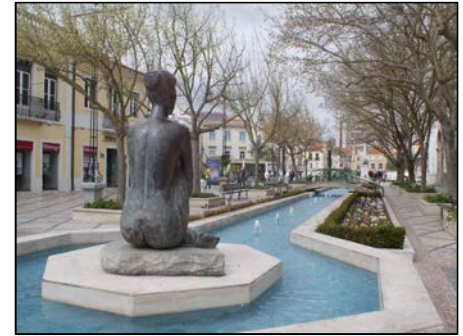
Medida 1 – Toldos e betão



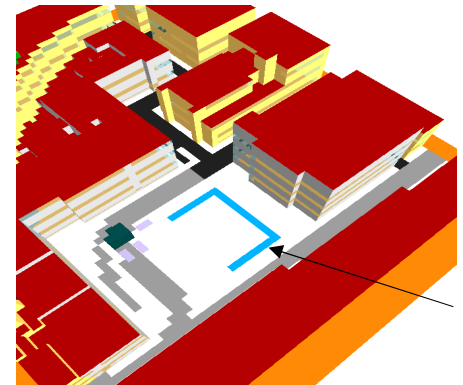
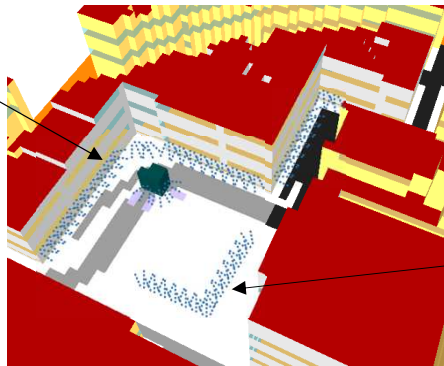
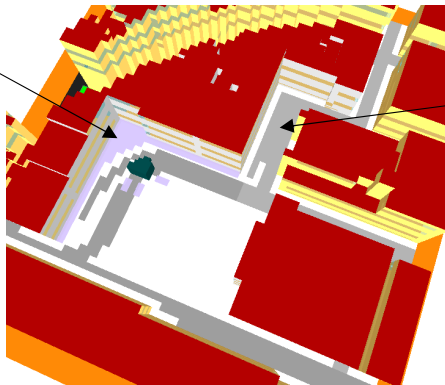
Medida 2 – Sprays de água



Medida 3 – Massa água

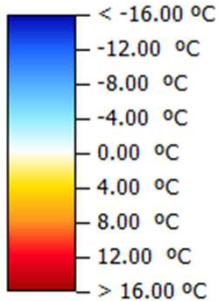


ENVI
_MET

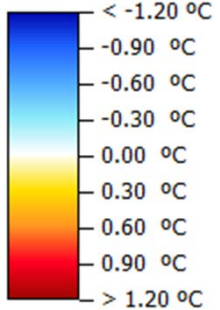


Diferença face ao cenário BASE

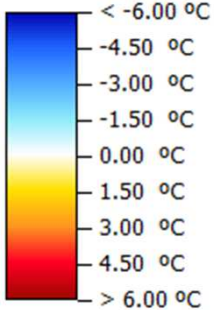
Δ Temperatura Superfície (no solo)



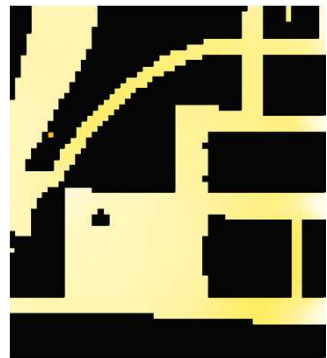
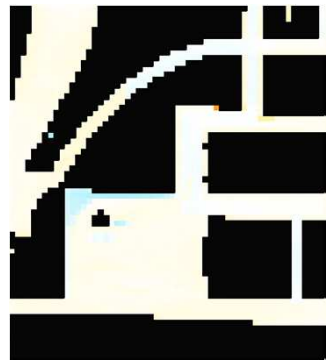
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



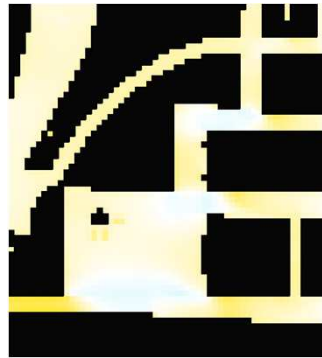
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

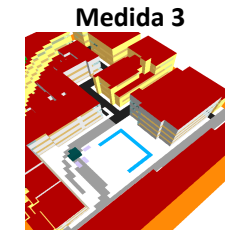
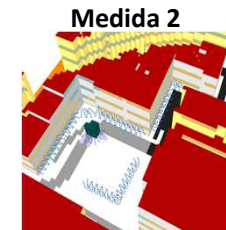
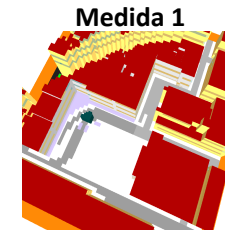
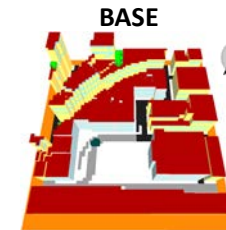
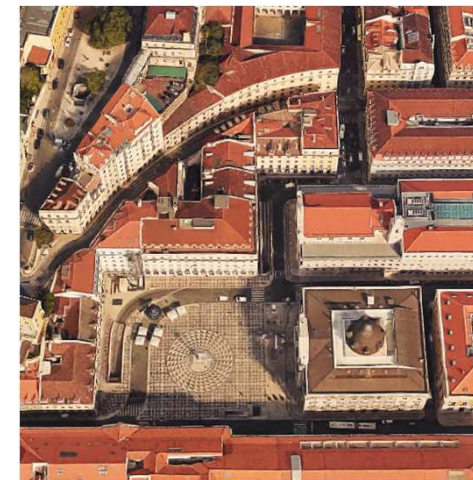


Medida 3 – Massa água



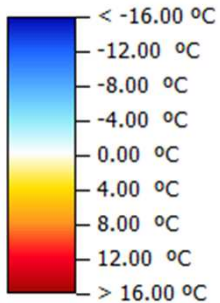
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 00h

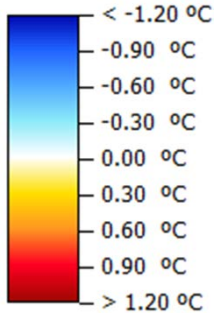


Diferença face ao cenário BASE

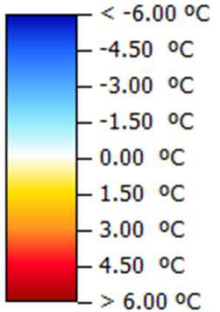
Δ Temperatura Superfície (no solo)



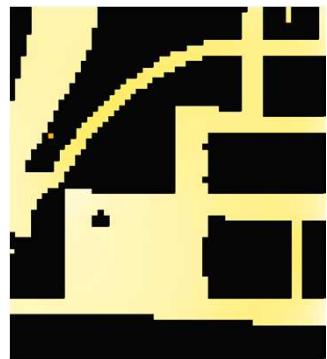
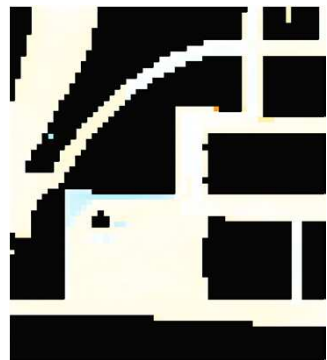
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



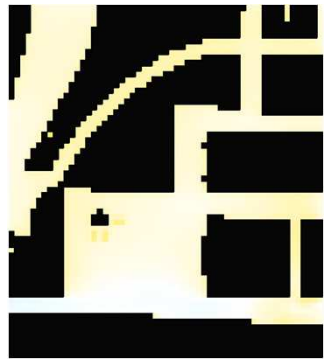
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

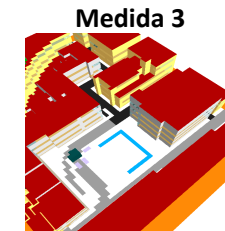
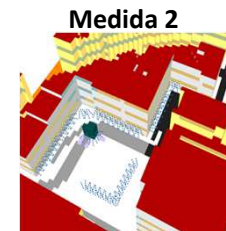
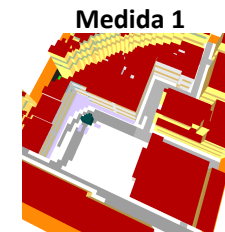
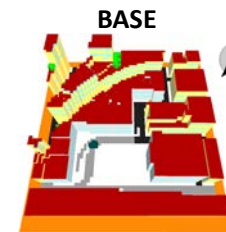
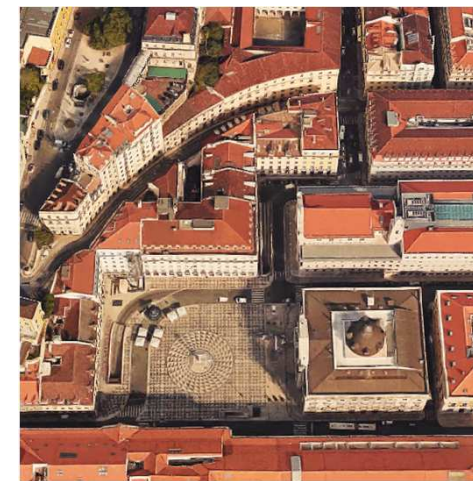


Medida 3 – Massa água



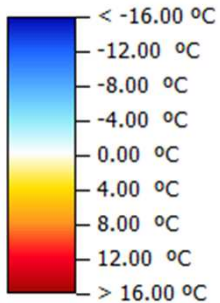
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 01h

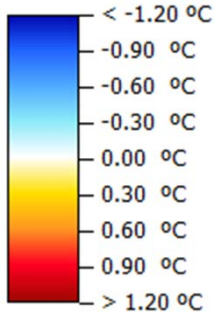


Diferença face ao cenário BASE

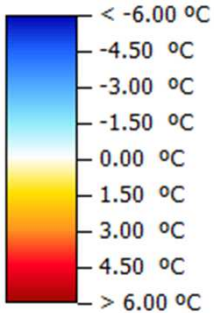
Δ Temperatura Superfície (no solo)



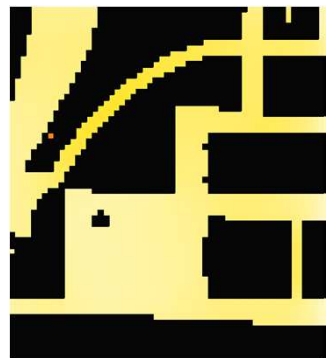
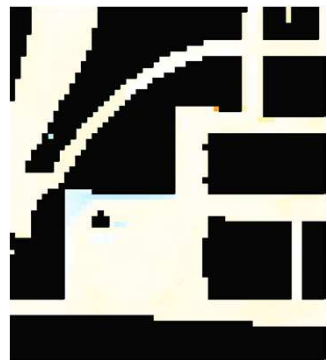
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



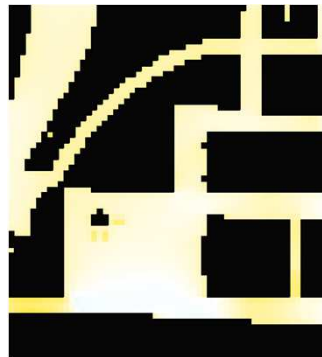
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

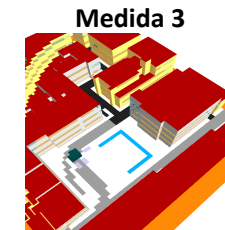
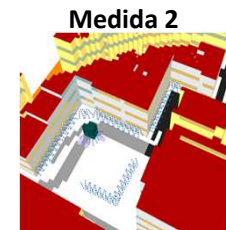
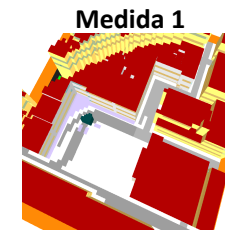
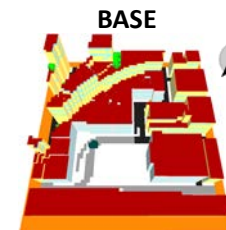
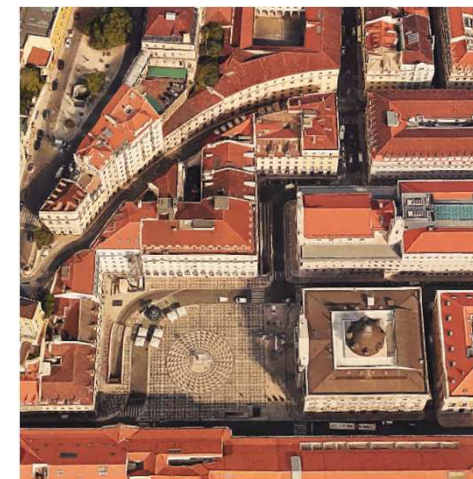


Medida 3 – Massa água



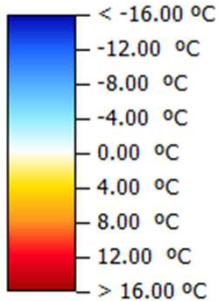
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 02h

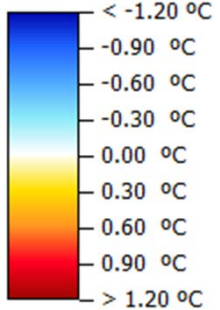


Diferença face ao cenário BASE

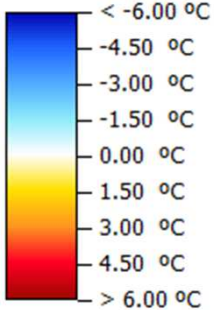
Δ Temperatura Superfície (no solo)



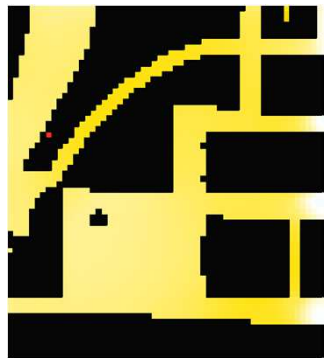
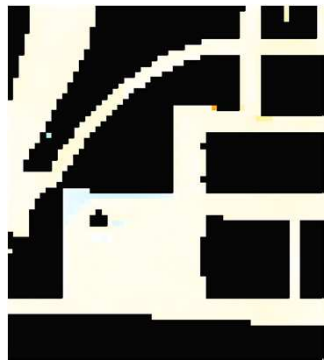
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



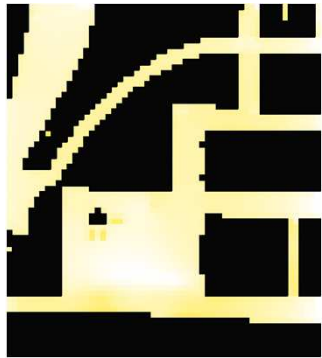
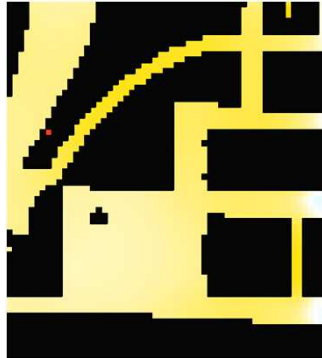
Δ PET (a 1.5m)



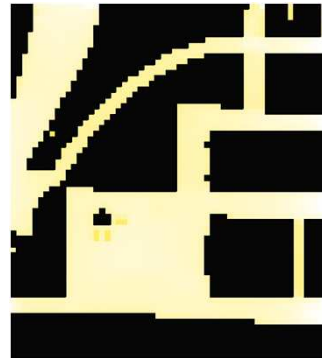
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

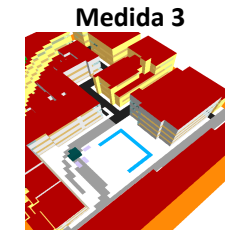
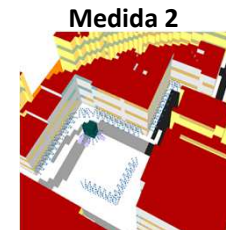
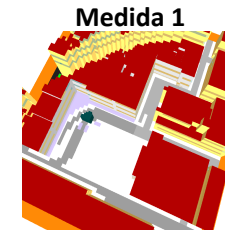
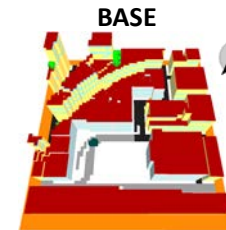
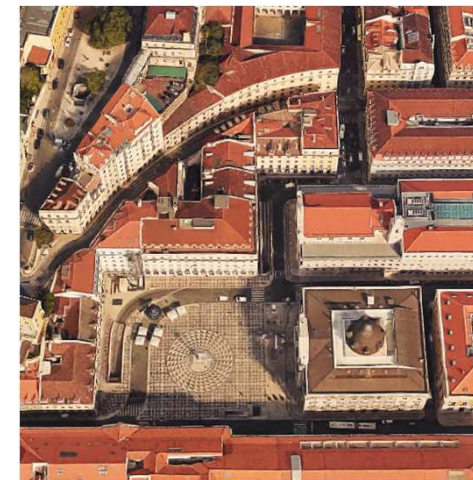


Medida 3 – Massa água



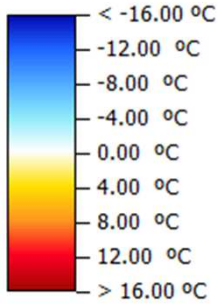
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 03h

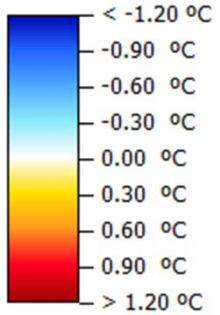


Diferença face ao cenário BASE

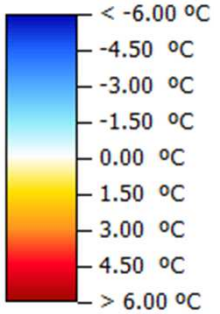
Δ Temperatura Superfície (no solo)



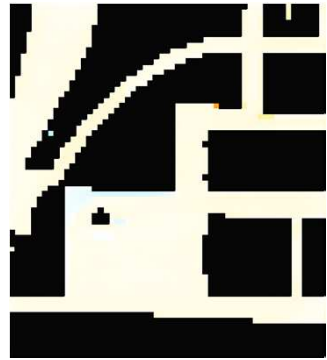
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

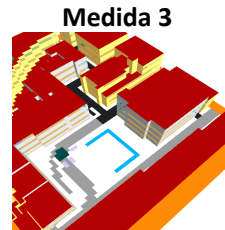
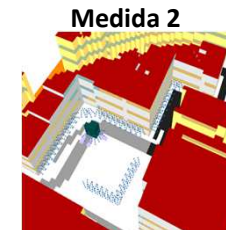
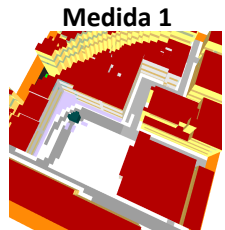
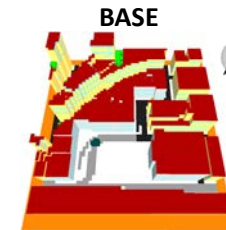
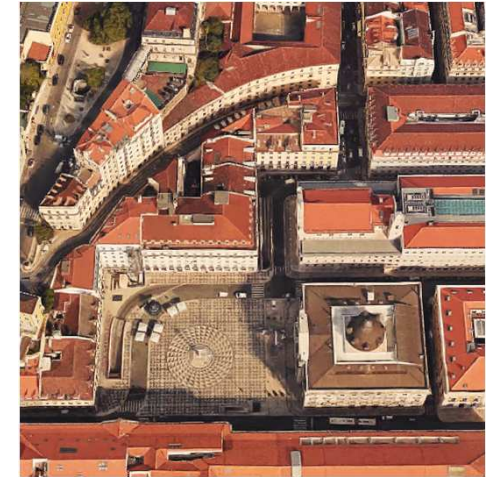


Medida 3 – Massa água



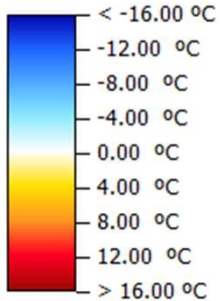
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 04h

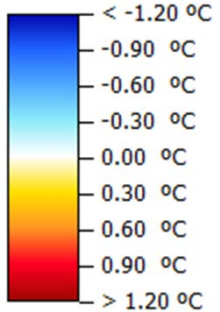


Diferença face ao cenário BASE

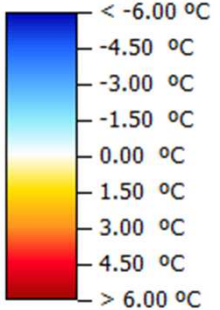
Δ Temperatura Superfície (no solo)



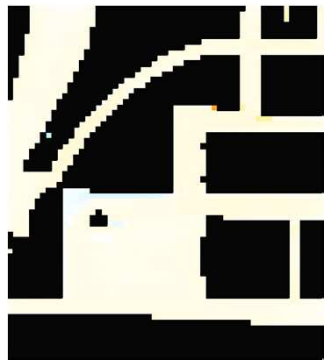
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



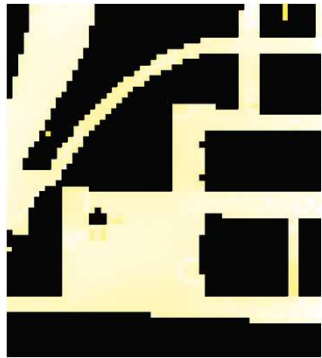
Δ PET (a 1.5m)



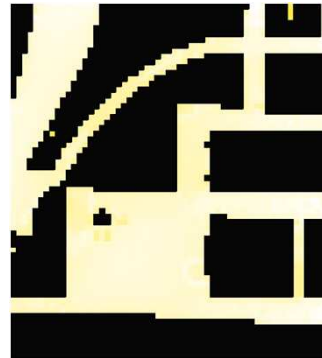
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

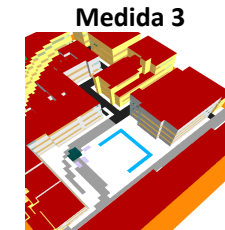
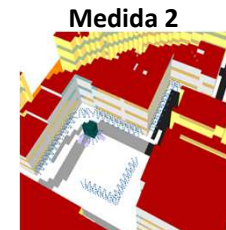
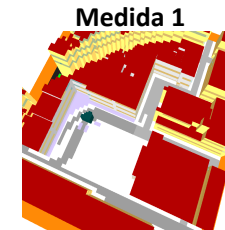
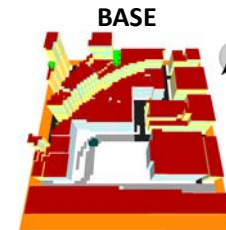
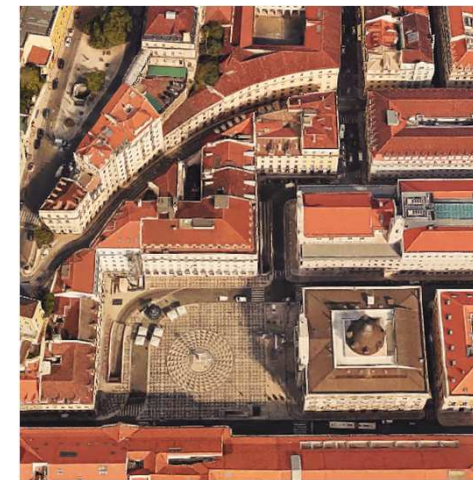


Medida 3 – Massa água



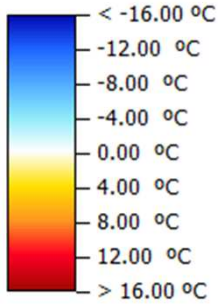
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 05h

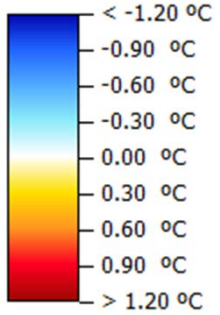


Diferença face ao cenário BASE

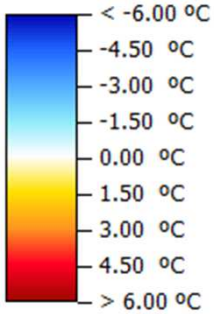
Δ Temperatura Superfície (no solo)



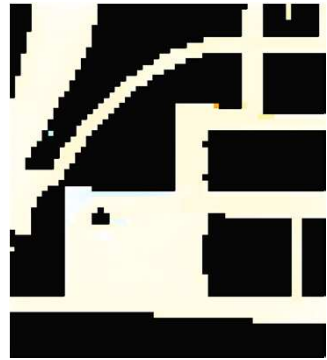
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



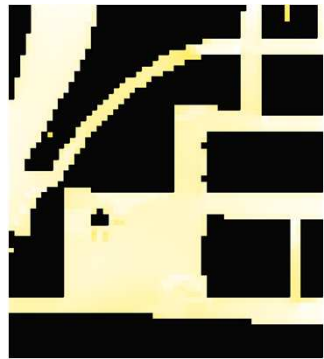
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

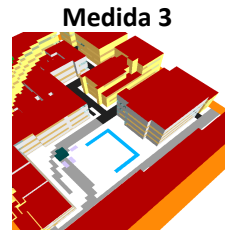
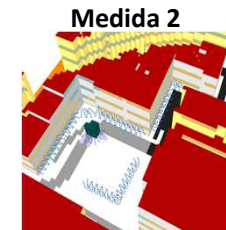
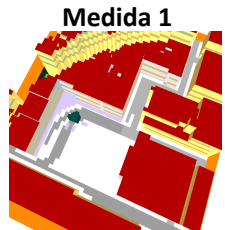
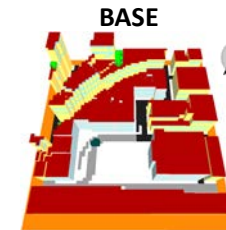
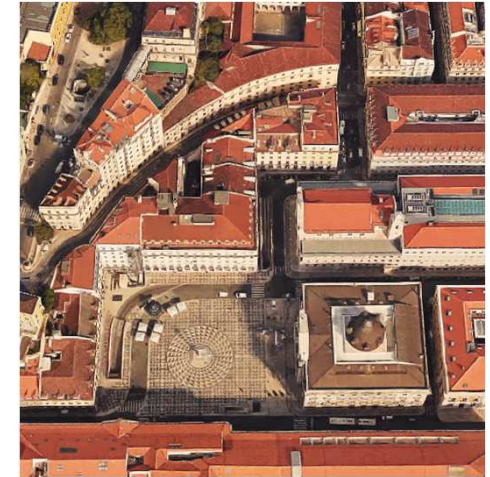


Medida 3 – Massa água



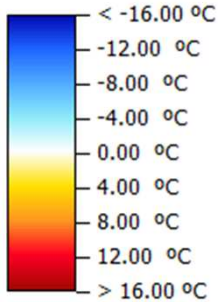
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 06h

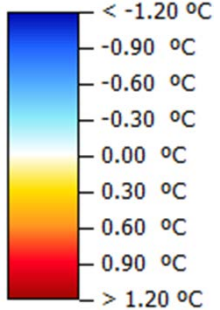


Diferença face ao cenário BASE

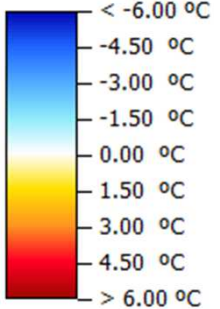
Δ Temperatura Superfície (no solo)



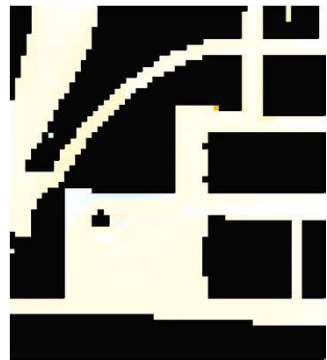
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



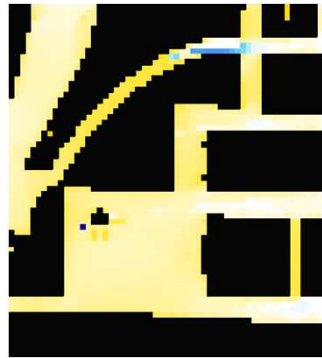
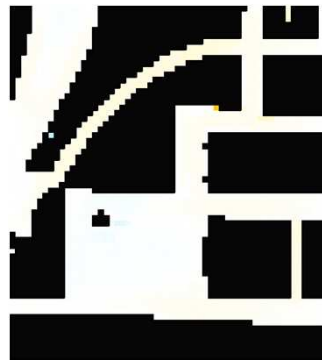
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

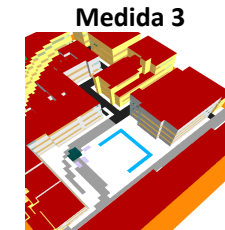
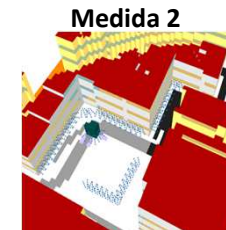
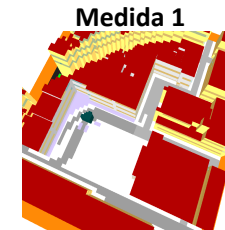
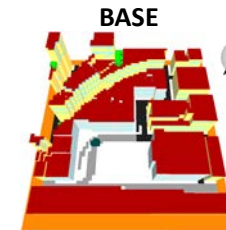
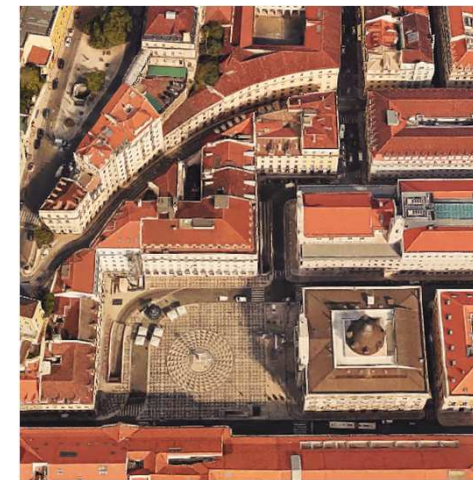


Medida 3 – Massa água



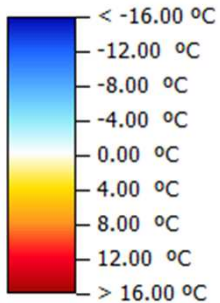
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 07h

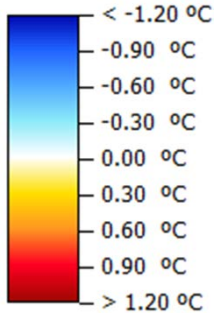


Diferença face ao cenário BASE

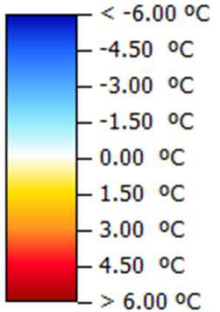
Δ Temperatura Superfície (no solo)



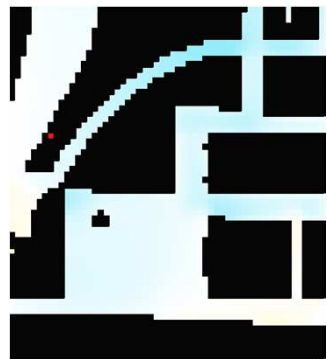
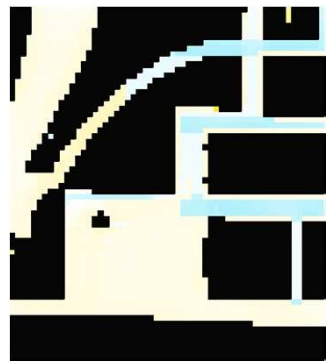
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



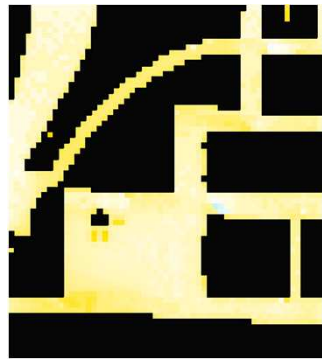
Δ PET (a 1.5m)



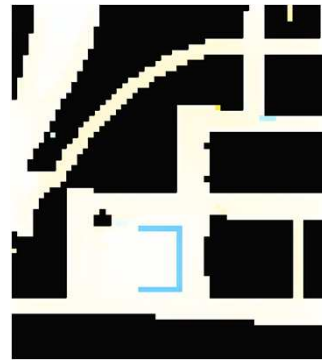
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

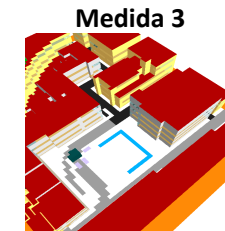
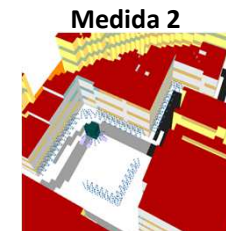
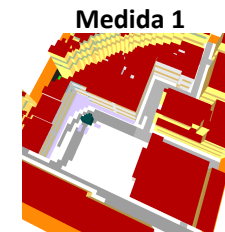
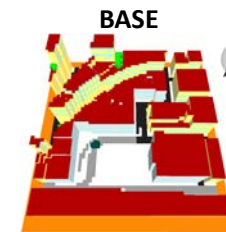
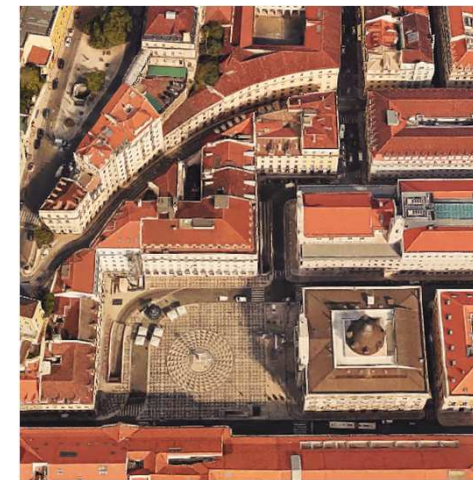


Medida 3 – Massa água



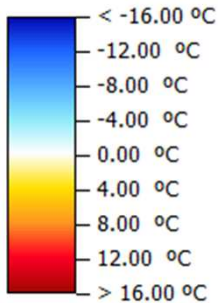
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 08h

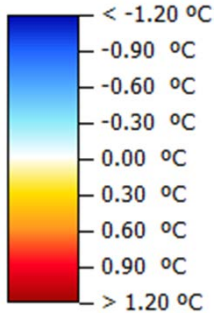


Diferença face ao cenário BASE

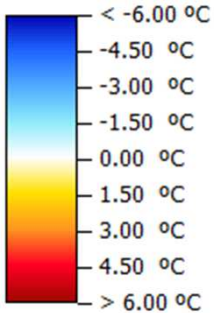
Δ Temperatura Superfície (no solo)



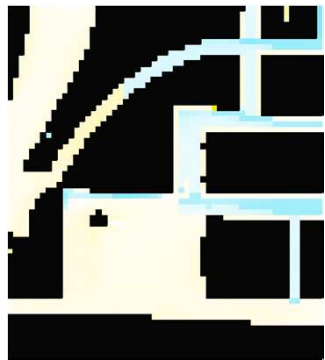
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



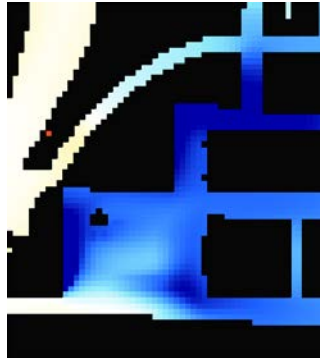
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

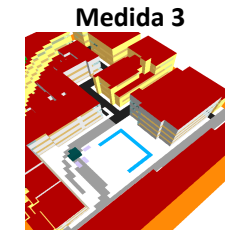
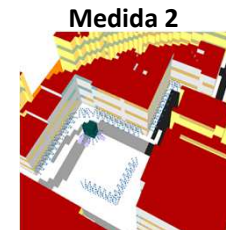
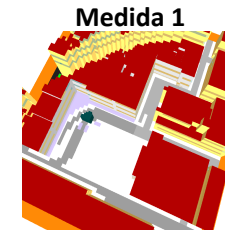
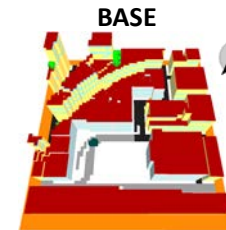
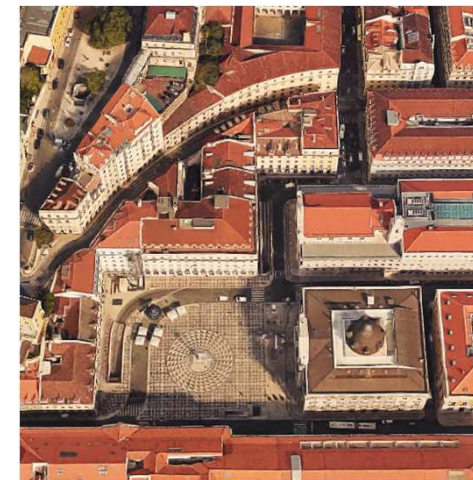


Medida 3 – Massa água



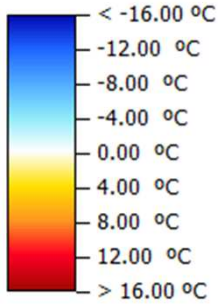
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 09h

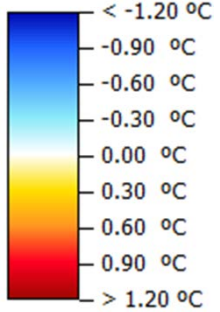


Diferença face ao cenário BASE

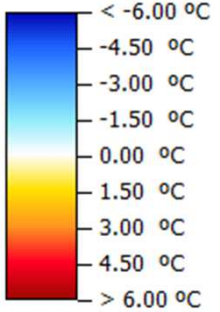
Δ Temperatura Superfície (no solo)



Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



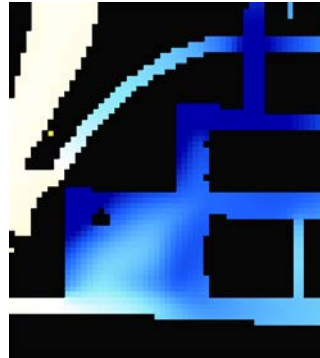
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

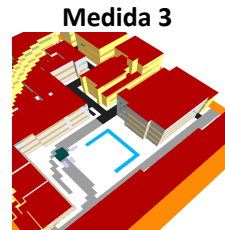
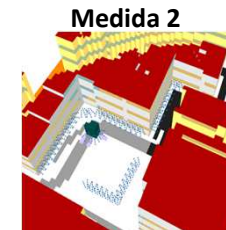
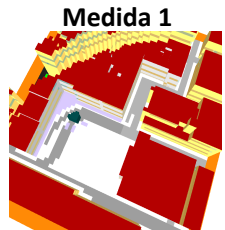
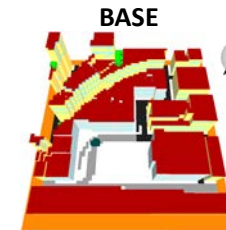
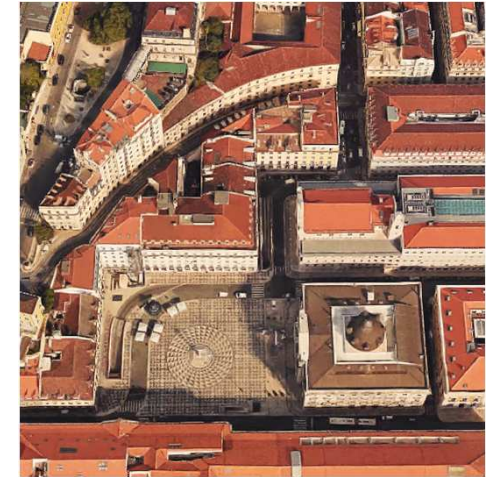


Medida 3 – Massa água



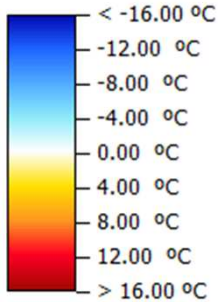
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 10h

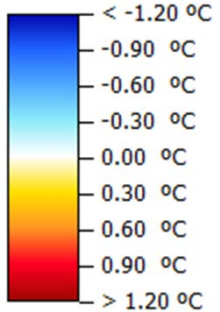


Diferença face ao cenário BASE

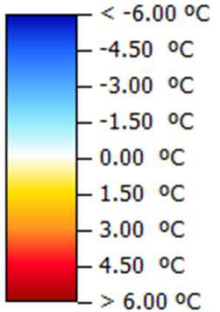
Δ Temperatura Superfície (no solo)



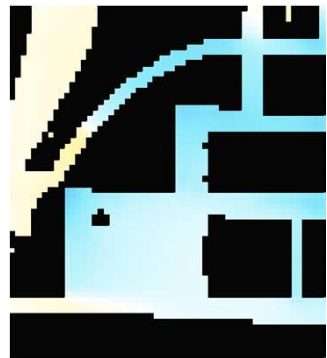
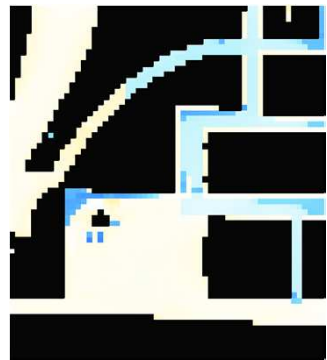
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

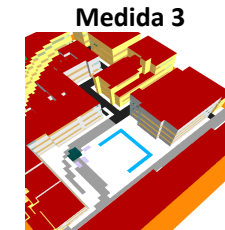
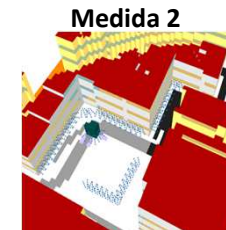
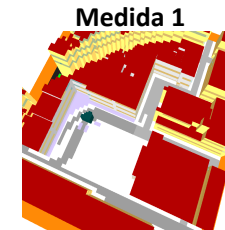
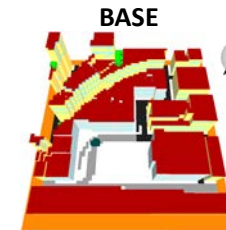
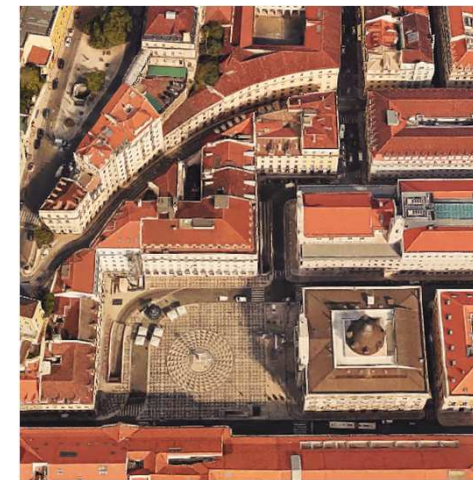


Medida 3 – Massa água



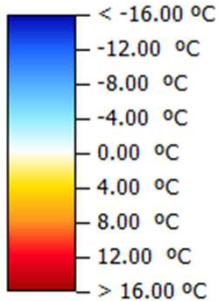
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 11h

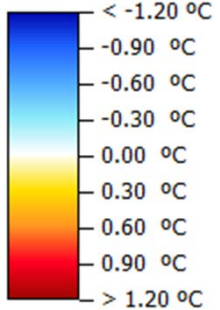


Diferença face ao cenário BASE

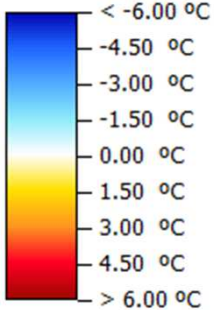
Δ Temperatura Superfície (no solo)



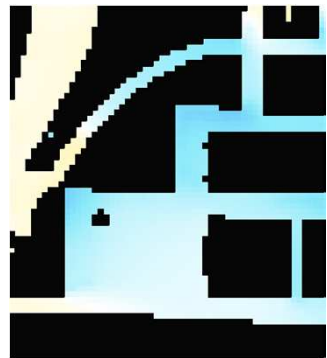
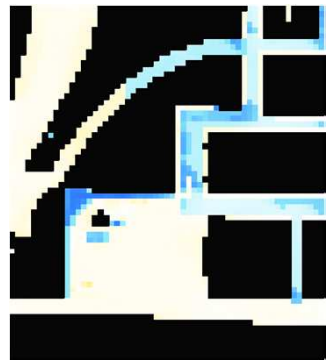
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



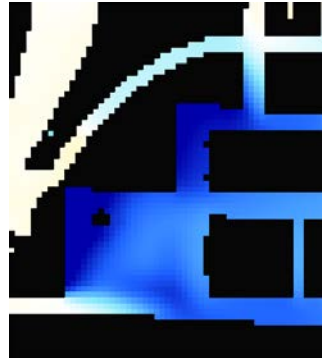
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

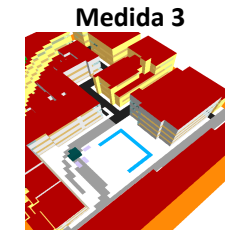
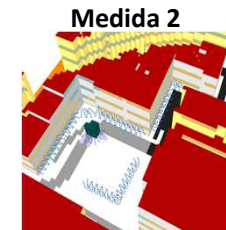
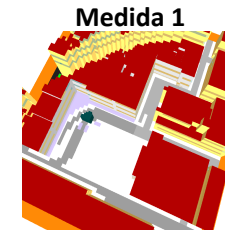
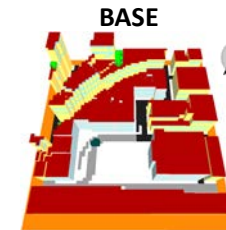
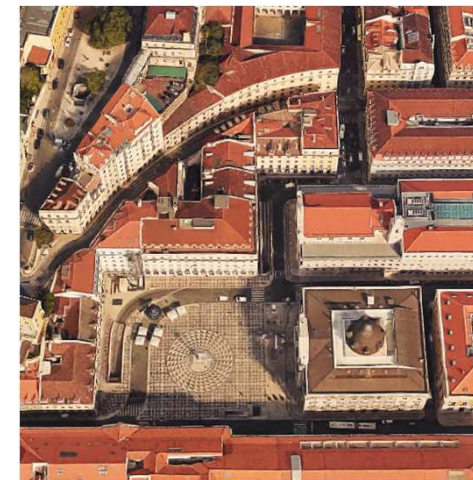


Medida 3 – Massa água



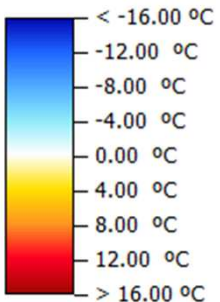
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 12h

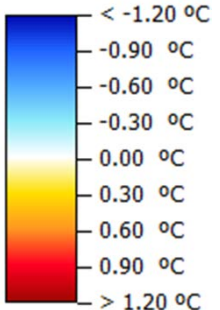


Diferença face ao cenário BASE

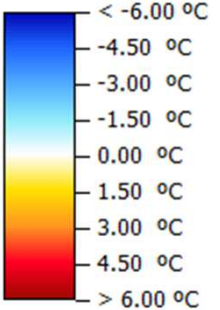
Δ Temperatura Superfície (no solo)



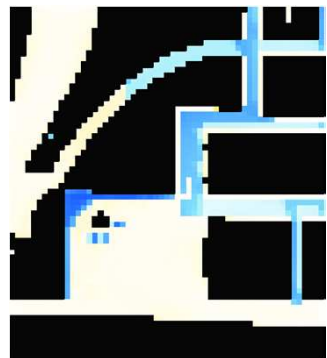
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



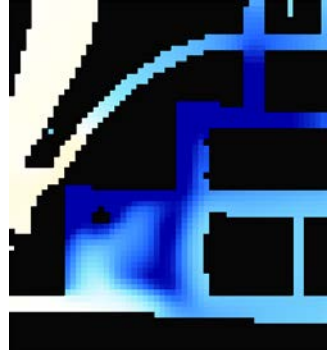
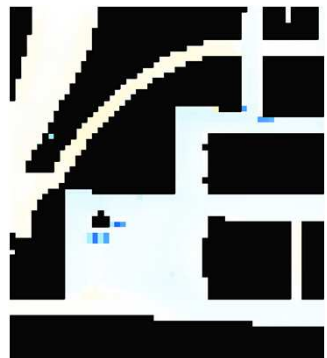
Δ PET (a 1.5m)



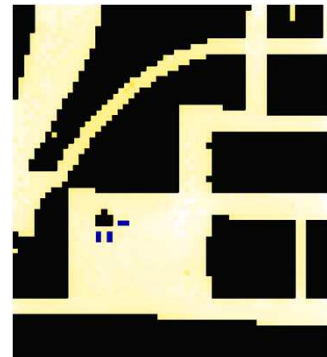
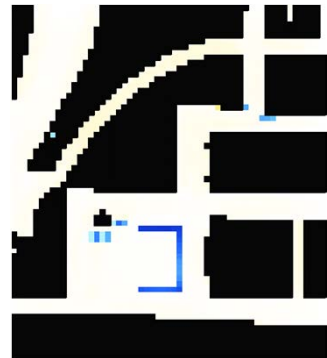
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

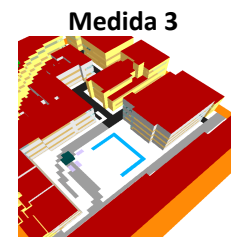
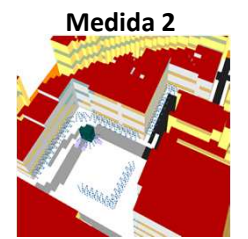
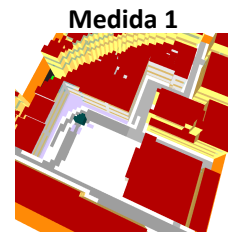
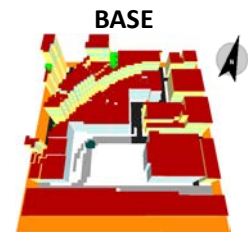
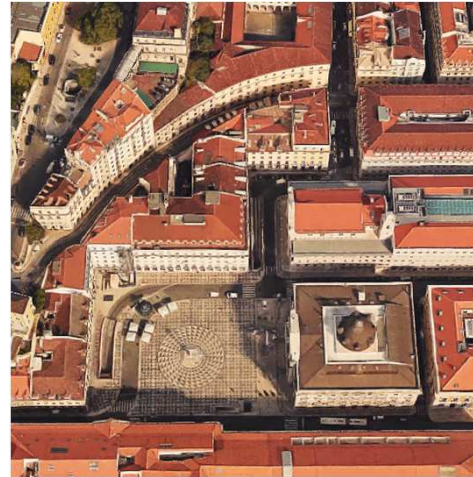


Medida 3 – Massa água



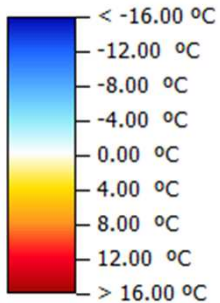
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 13h

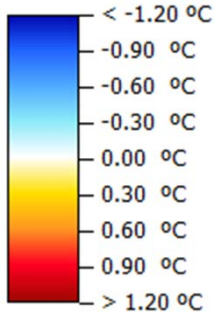


Diferença face ao cenário BASE

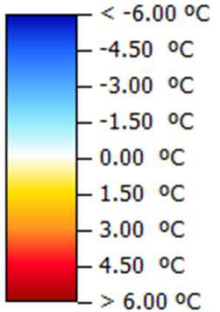
Δ Temperatura Superfície (no solo)



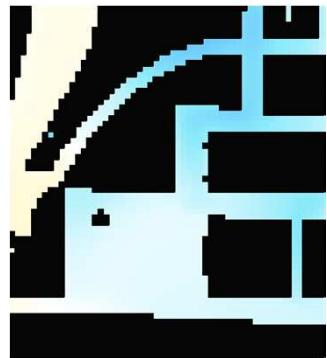
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



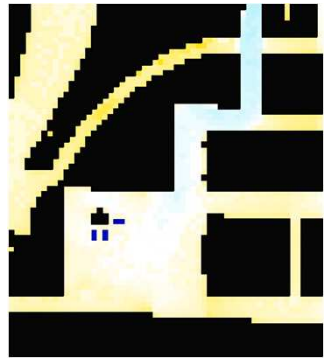
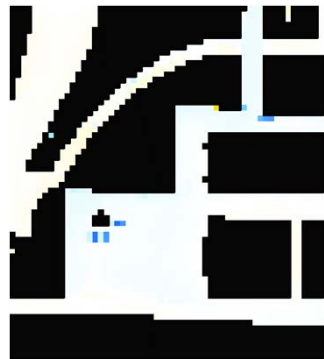
Δ PET (a 1.5m)



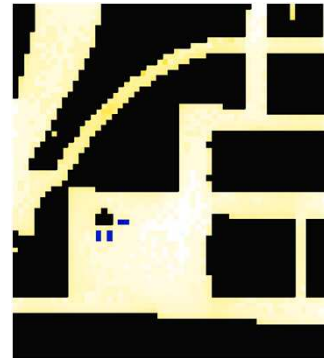
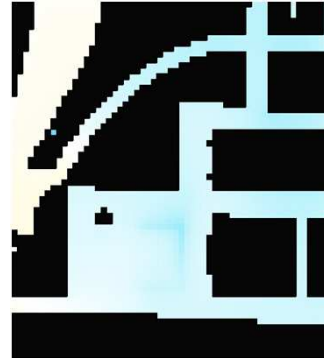
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

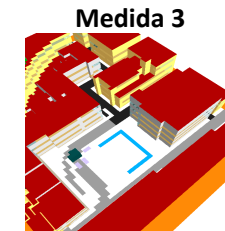
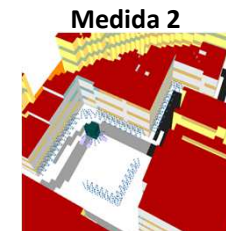
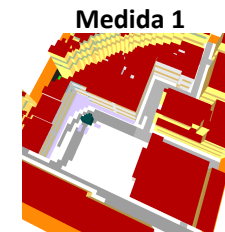
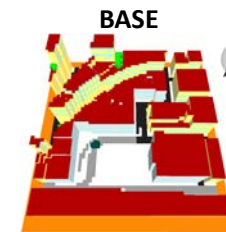
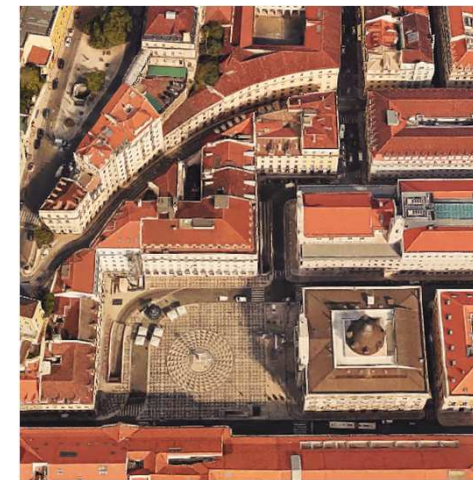


Medida 3 – Massa água



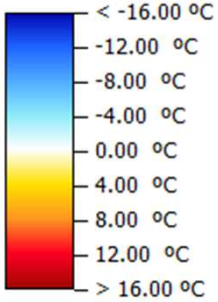
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 14h

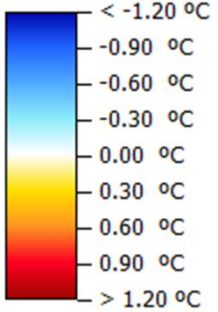


Diferença face ao cenário BASE

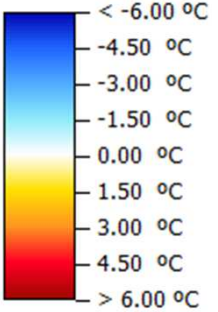
Δ Temperatura Superfície (no solo)



Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



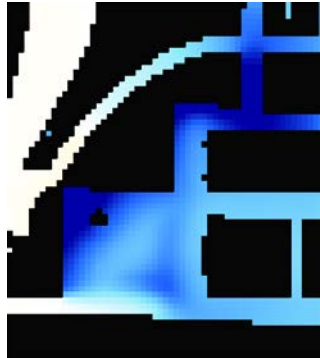
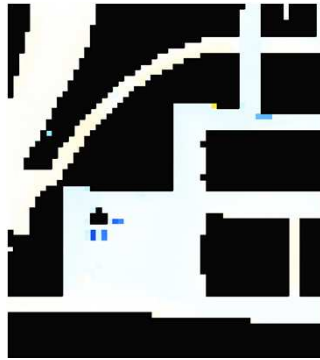
Δ PET (a 1.5m)



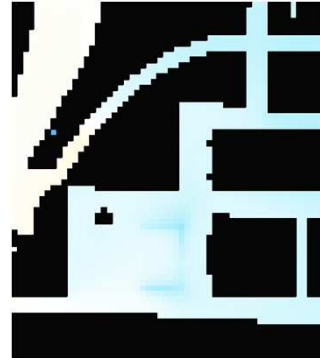
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

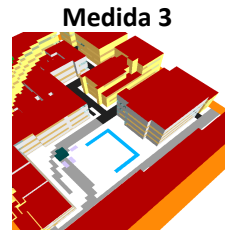
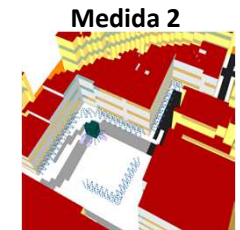
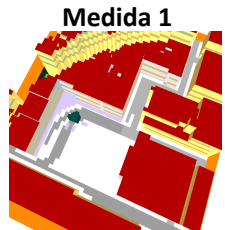
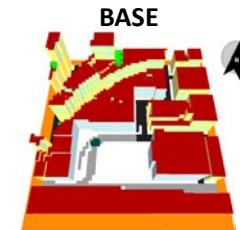
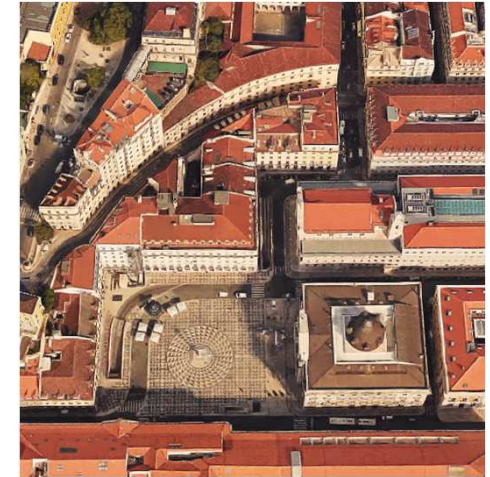


Medida 3 – Massa água



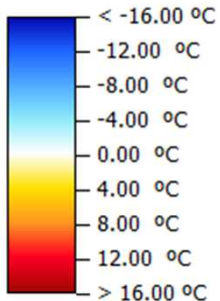
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 15h

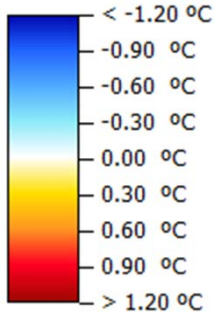


Diferença face ao cenário BASE

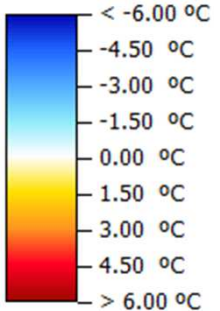
Δ Temperatura Superfície (no solo)



Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



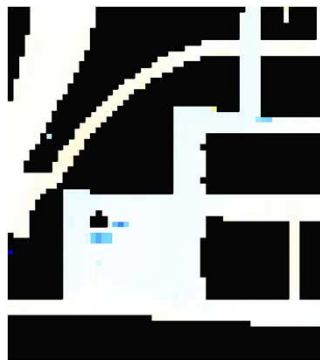
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

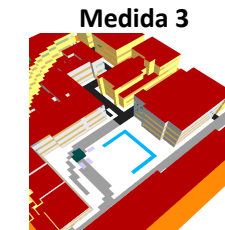
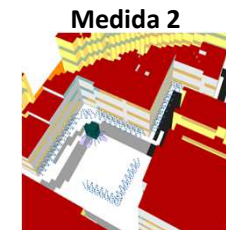
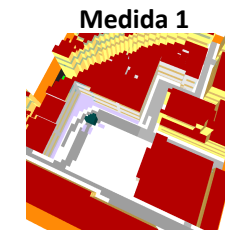
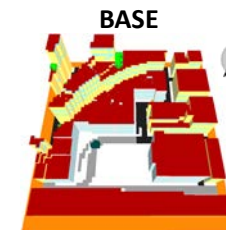
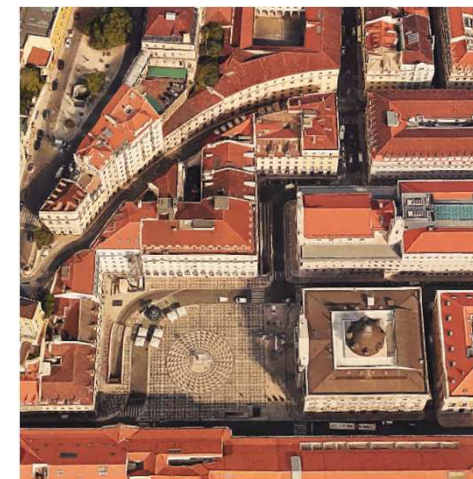


Medida 3 – Massa água



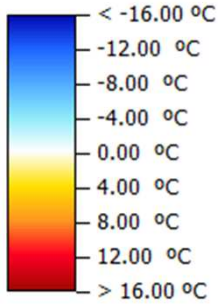
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 16h

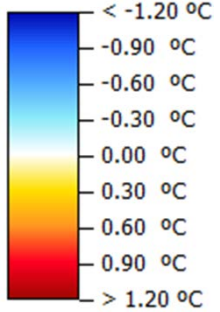


Diferença face ao cenário BASE

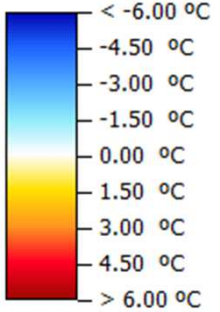
Δ Temperatura Superfície (no solo)



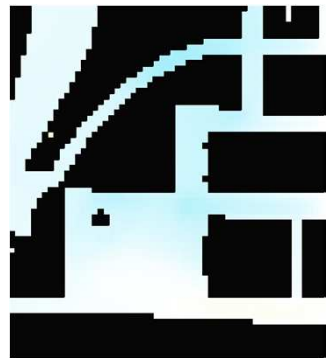
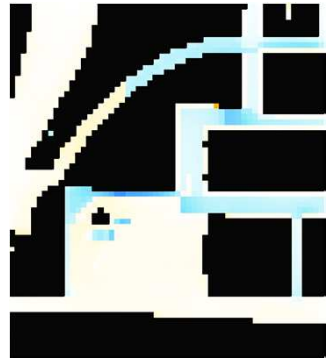
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

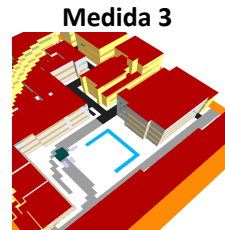
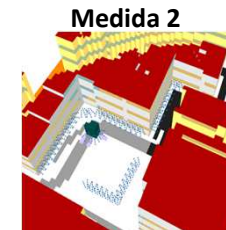
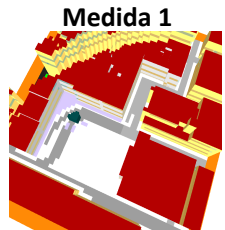
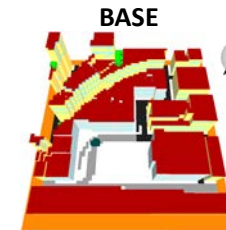
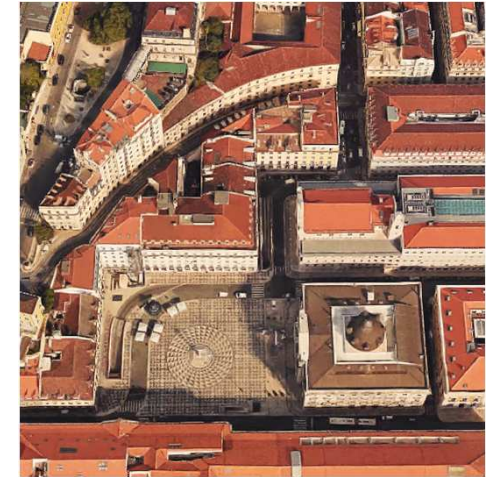


Medida 3 – Massa água



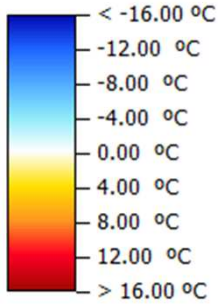
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 17h

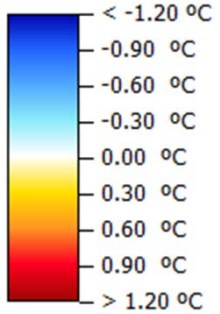


Diferença face ao cenário BASE

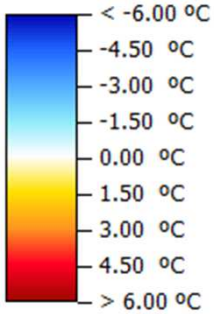
Δ Temperatura Superfície (no solo)



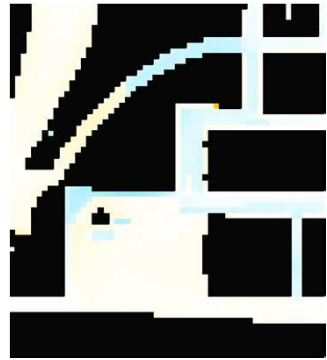
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



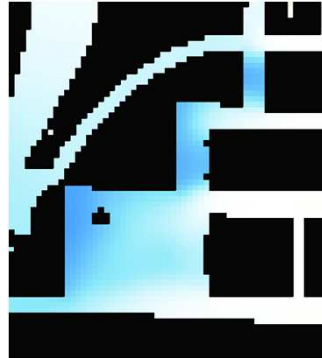
Δ PET (a 1.5m)



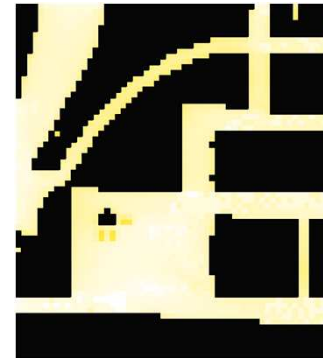
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

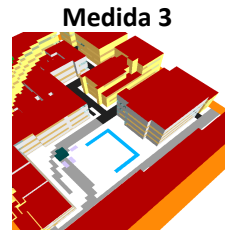
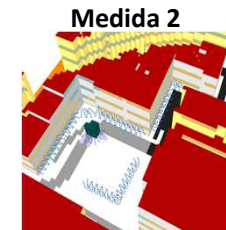
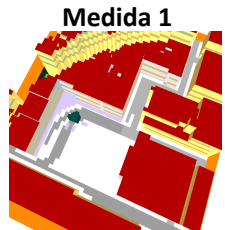
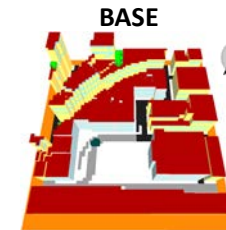
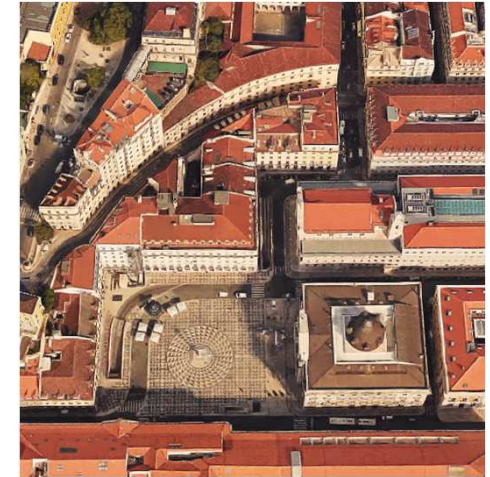


Medida 3 – Massa água



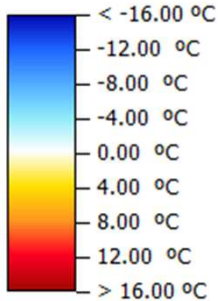
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 18h

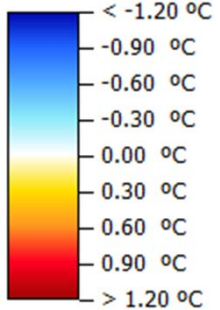


Diferença face ao cenário BASE

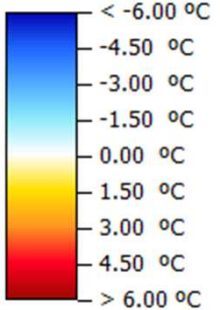
Δ Temperatura Superfície (no solo)



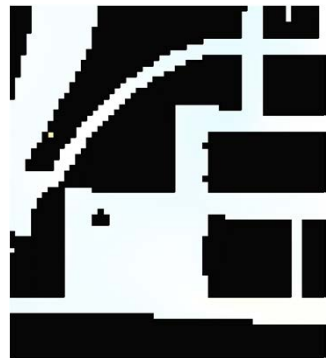
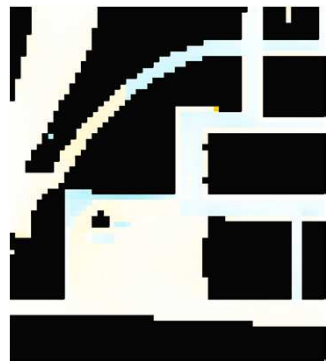
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



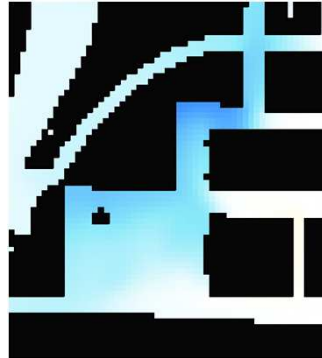
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

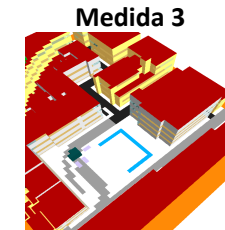
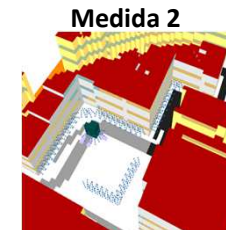
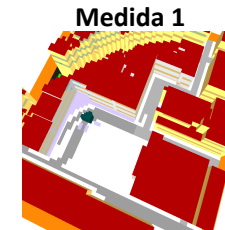
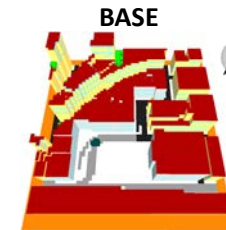
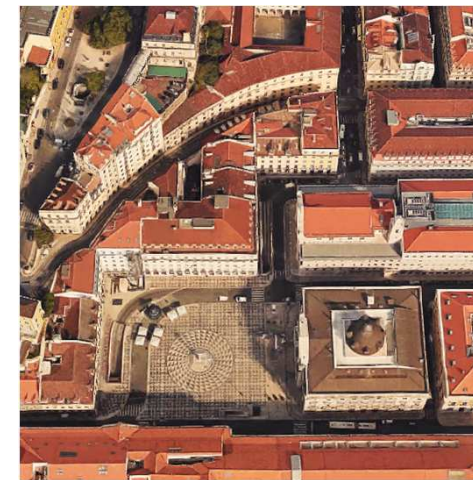


Medida 3 – Massa água



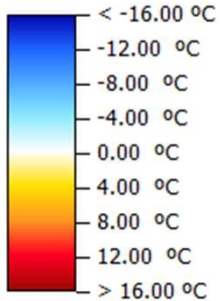
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 19h

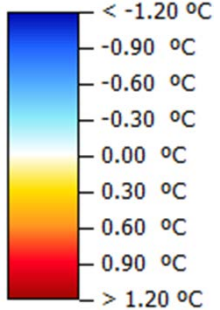


Diferença face ao cenário BASE

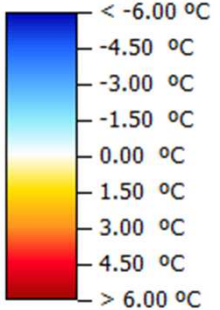
Δ Temperatura Superfície (no solo)



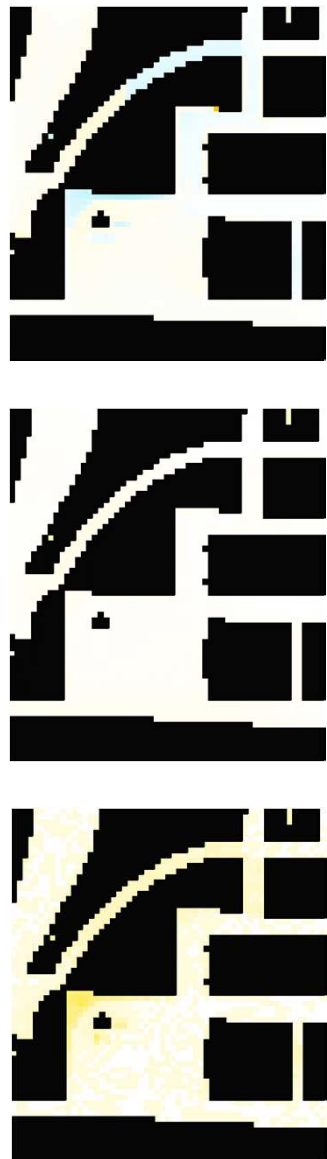
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

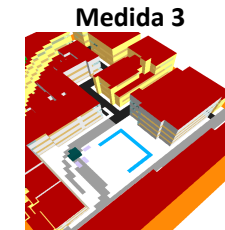
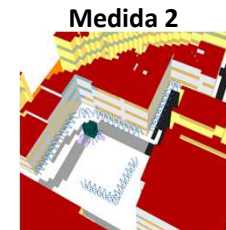
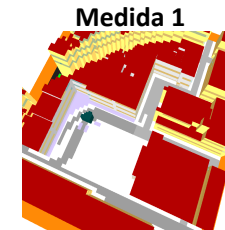
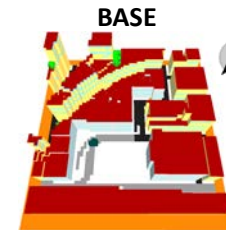
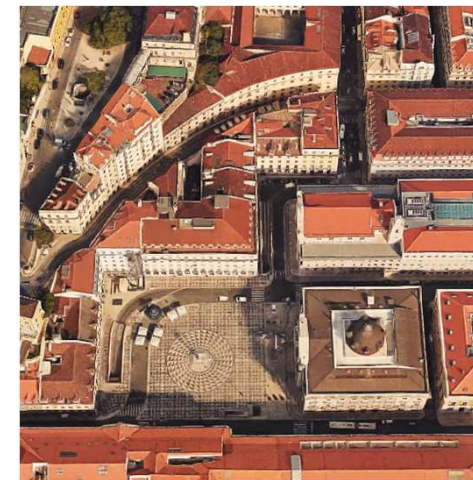


Medida 3 – Massa água



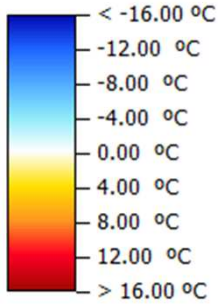
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 20h

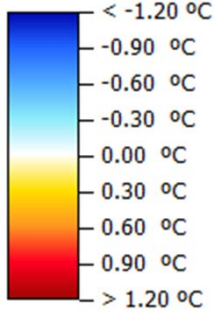


Diferença face ao cenário BASE

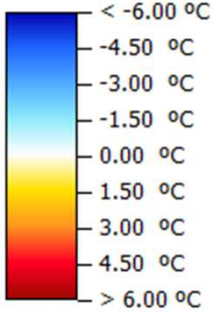
Δ Temperatura Superfície (no solo)



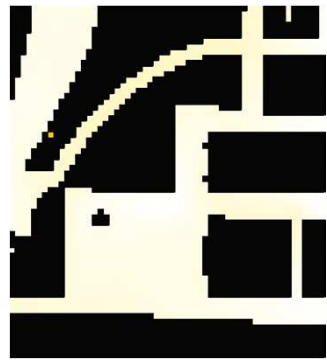
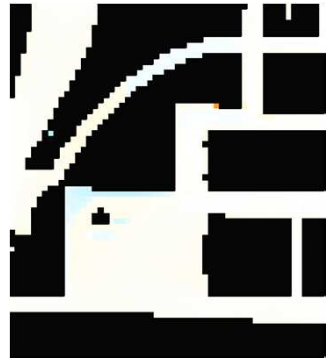
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



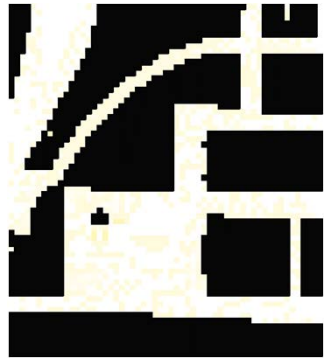
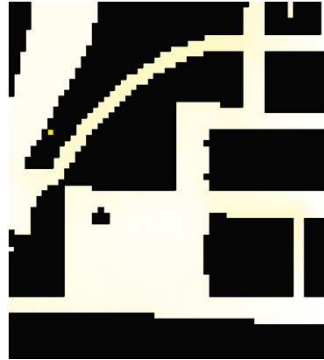
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

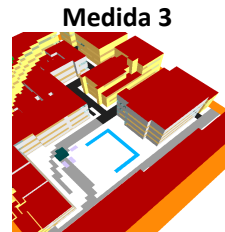
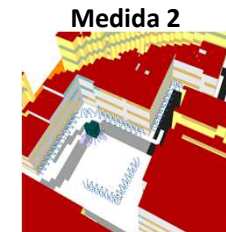
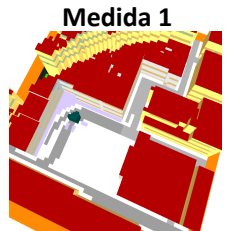
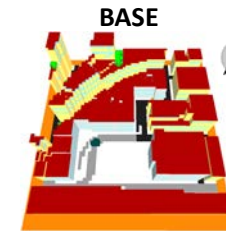
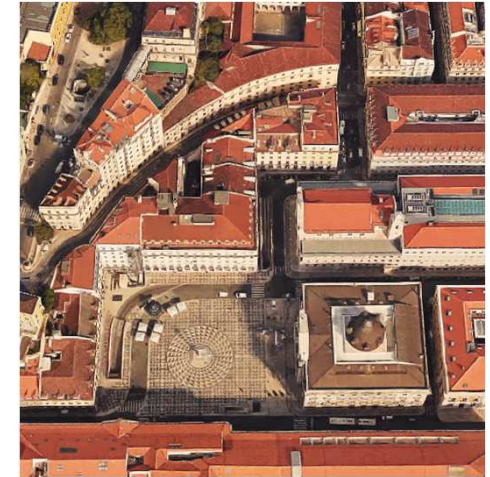


Medida 3 – Massa água



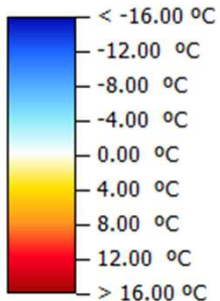
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 21h

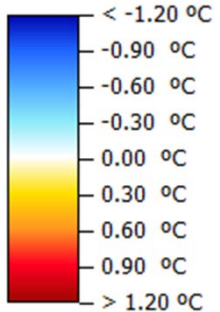


Diferença face ao cenário BASE

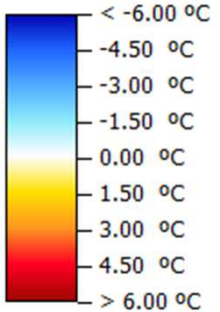
Δ Temperatura Superfície (no solo)



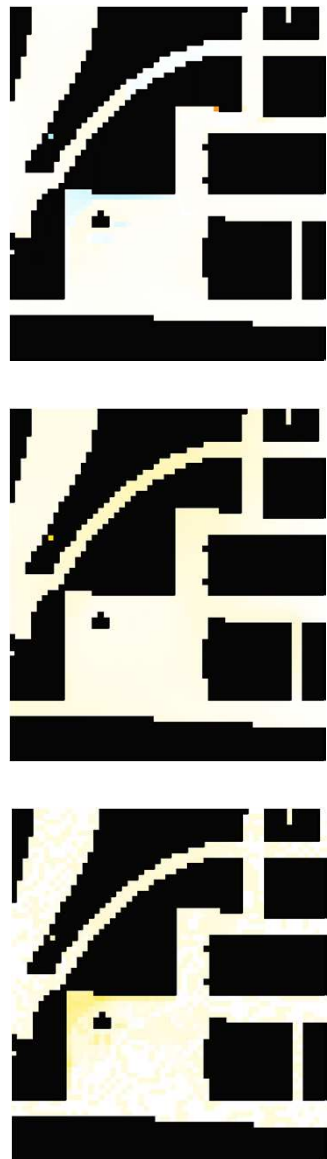
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



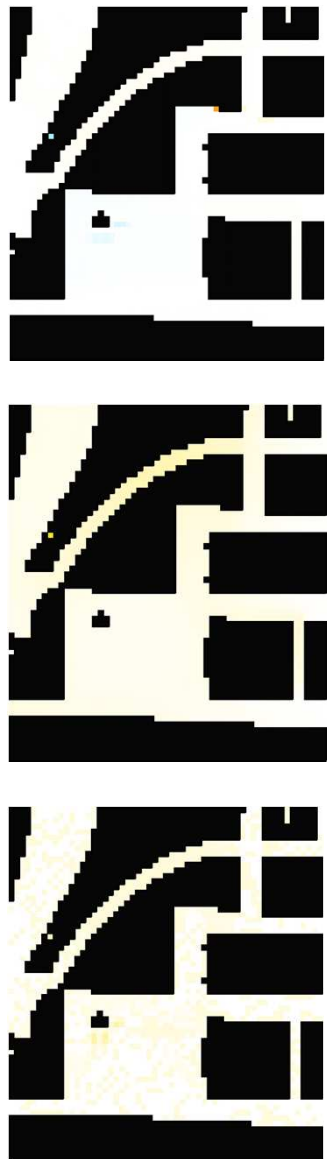
Δ PET (a 1.5m)



Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

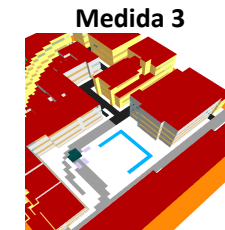
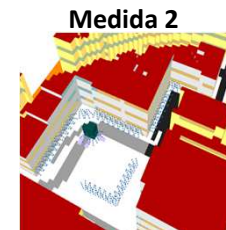
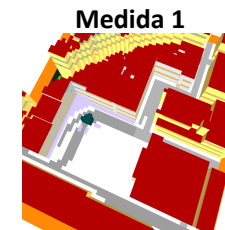
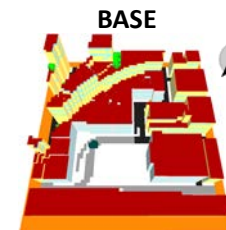
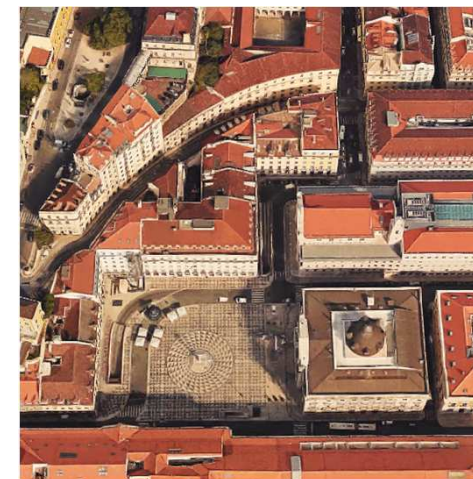


Medida 3 – Massa água



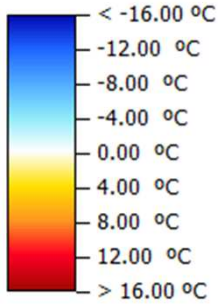
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 22h

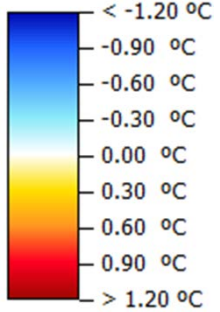


Diferença face ao cenário BASE

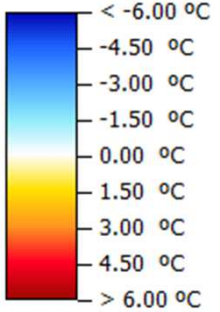
Δ Temperatura Superfície (no solo)



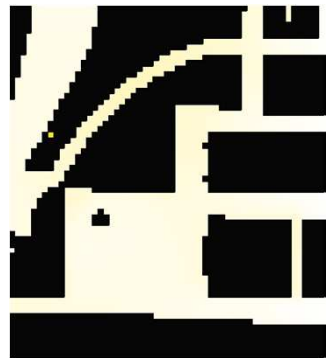
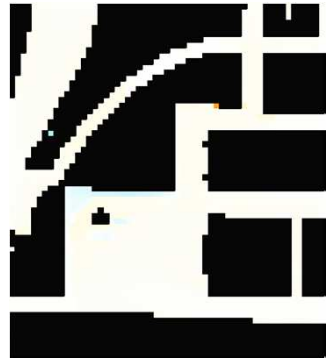
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



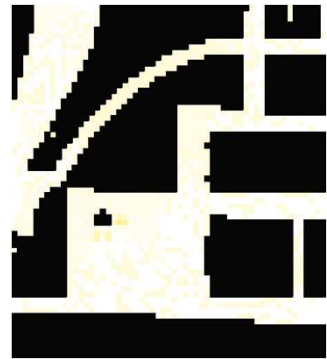
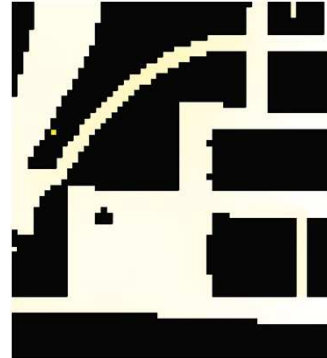
Δ PET (a 1.5m)



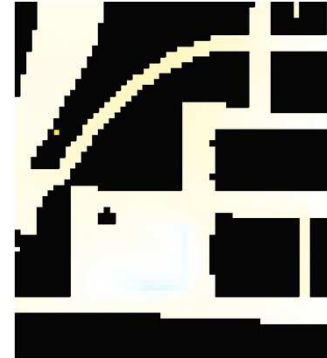
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

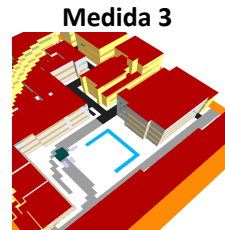
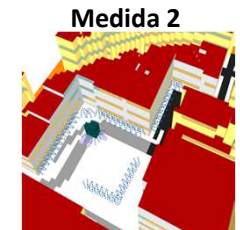
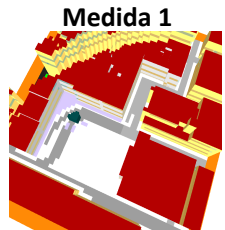
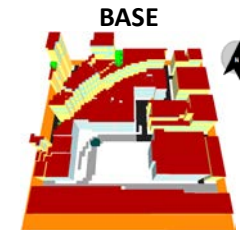
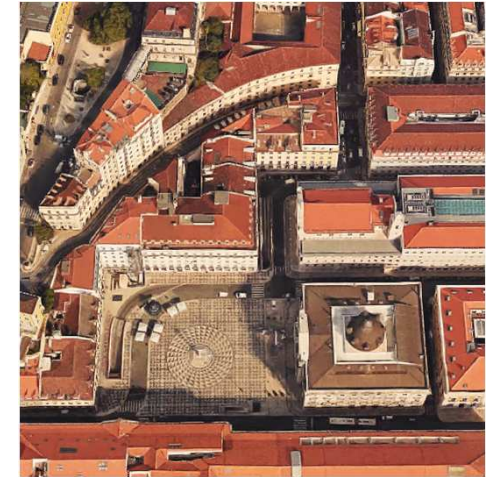


Medida 3 – Massa água



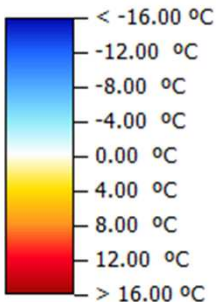
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 23h

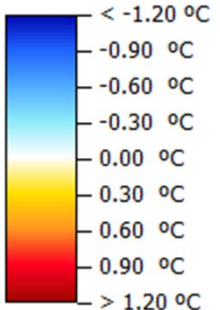


Diferença face ao cenário BASE

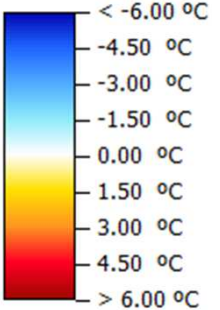
Δ Temperatura Superfície (no solo)



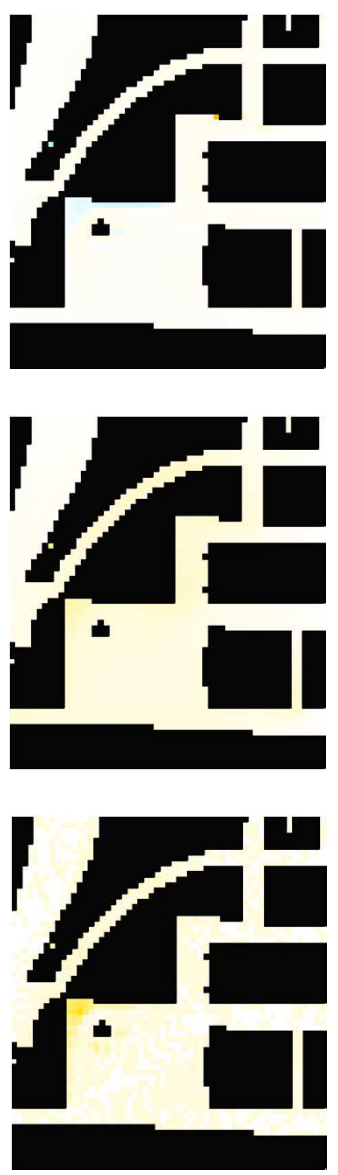
Δ Temperatura Ar (a 1.5m)



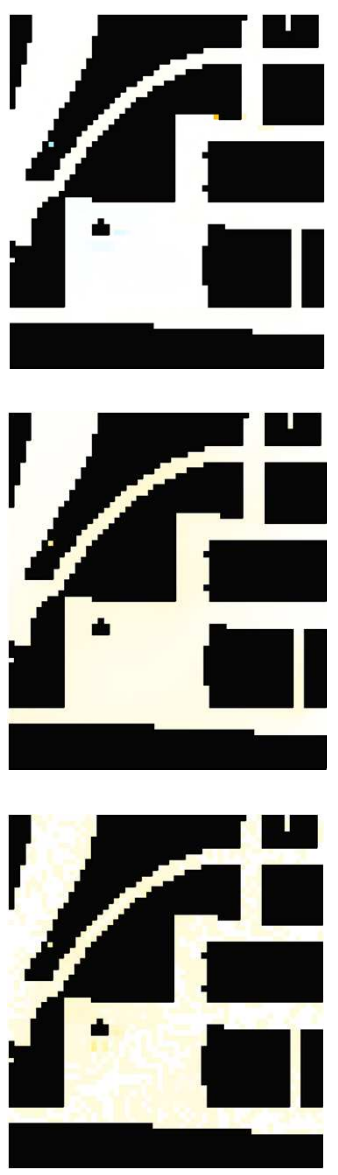
Δ PET (a 1.5m)



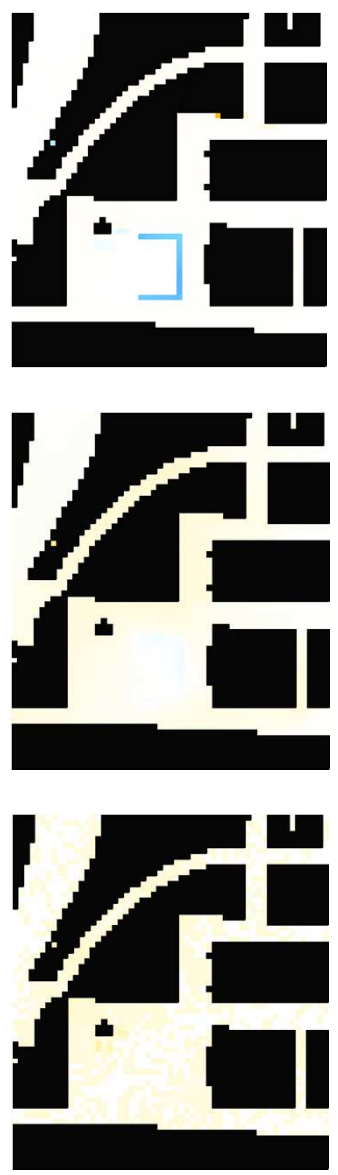
Medida 1 – Toldos e pavimento



Medida 2 – Sprays água

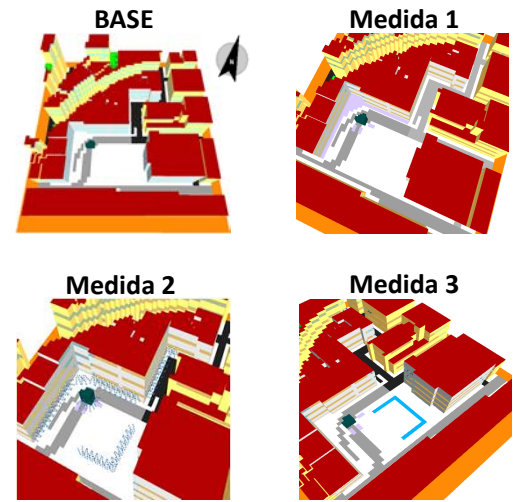
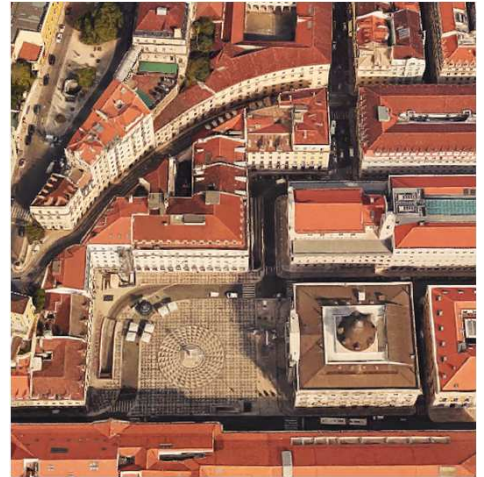


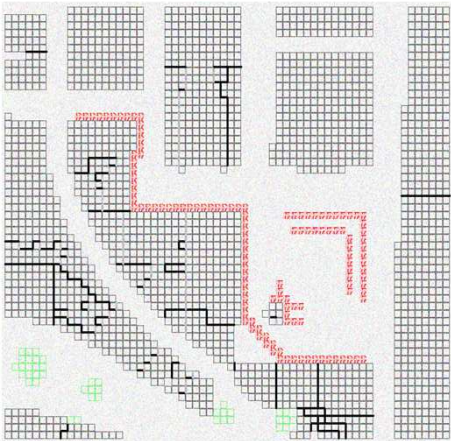
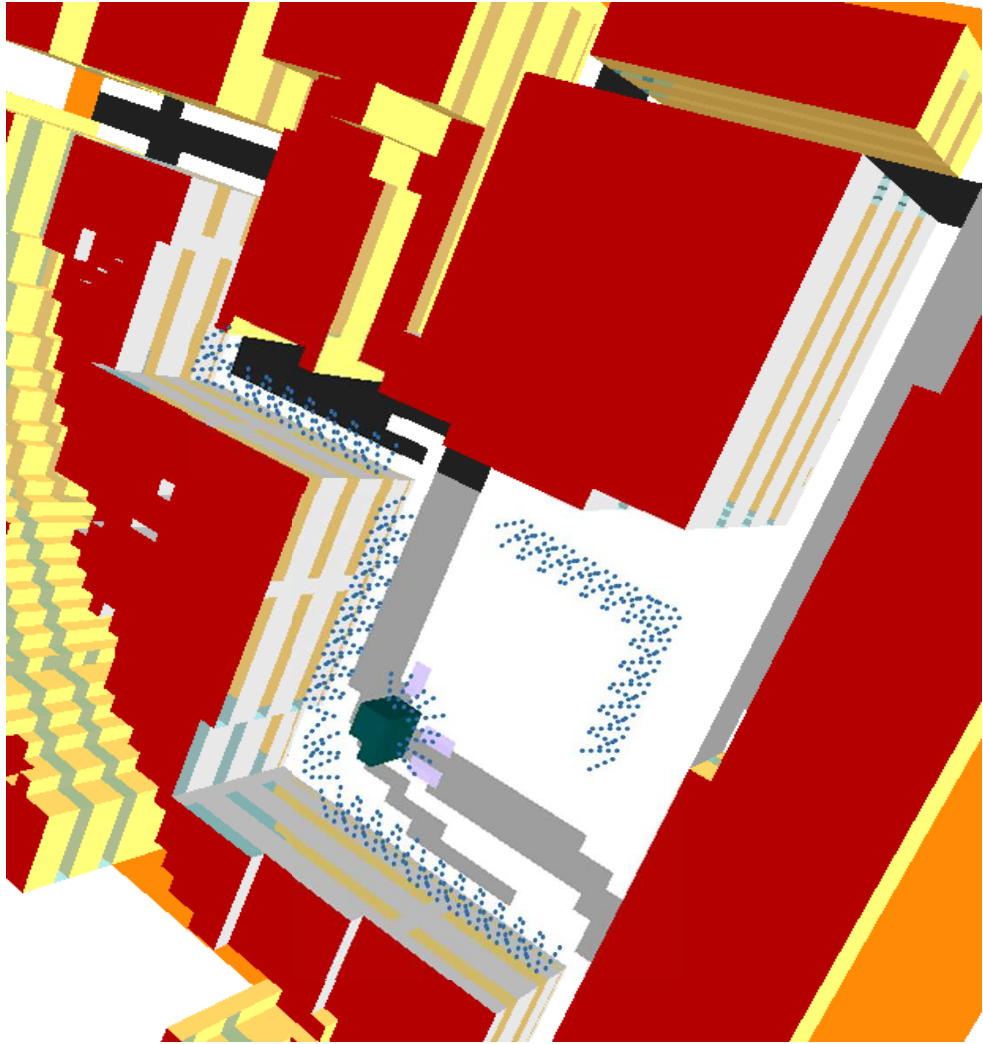
Medida 3 – Massa água



Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 24h





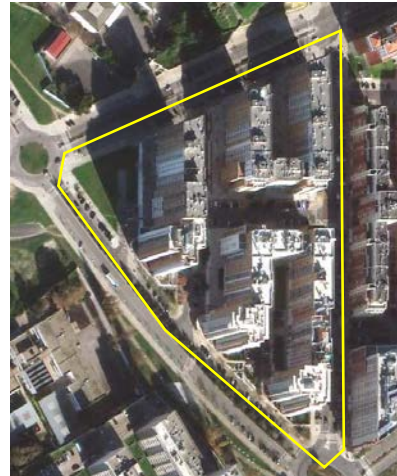
4. Resultados das simulações microclimáticas: Cenário Base, Alta de Lisboa

Onda de calor, Verão típico e Inverno típico.

Duplo clique para abrir slides:

Zona – Alta de Lisboa

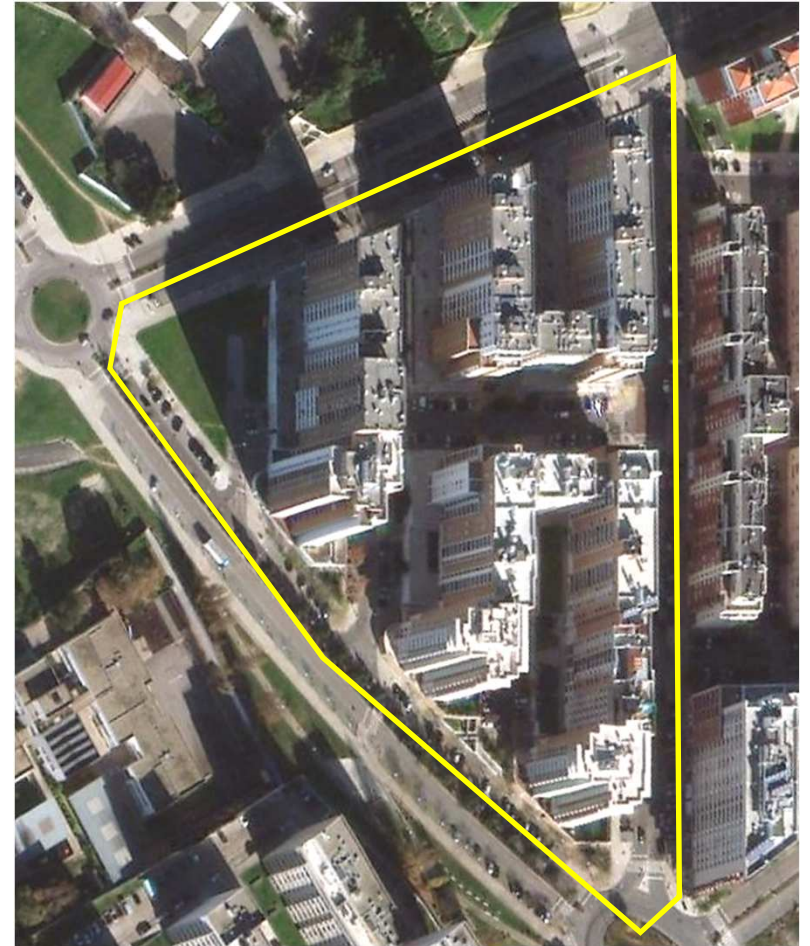
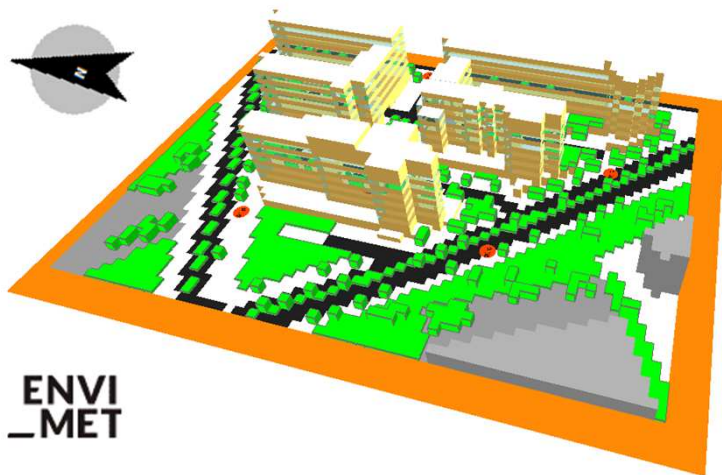
Simulação microclima:
Clima atual



Zona – Alta de Lisboa

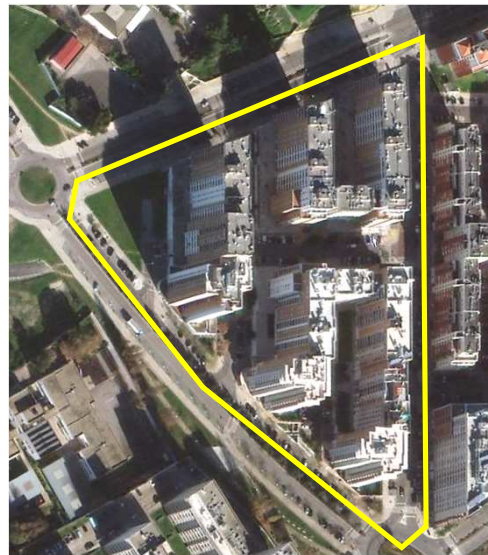
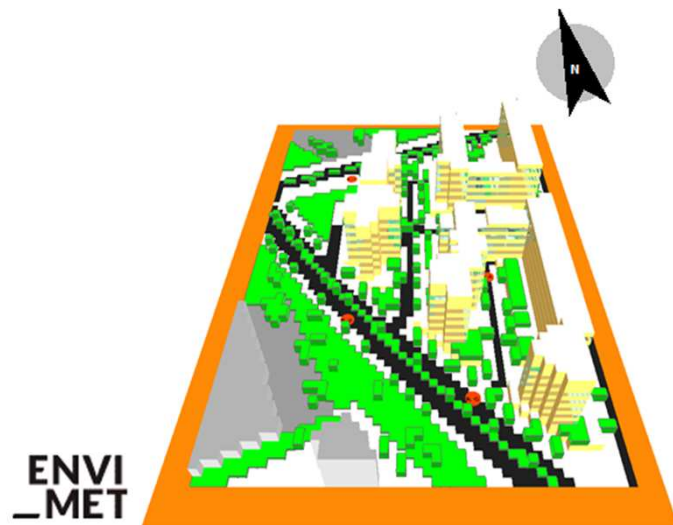
Simulação microclima:
Clima atual

Onda de calor



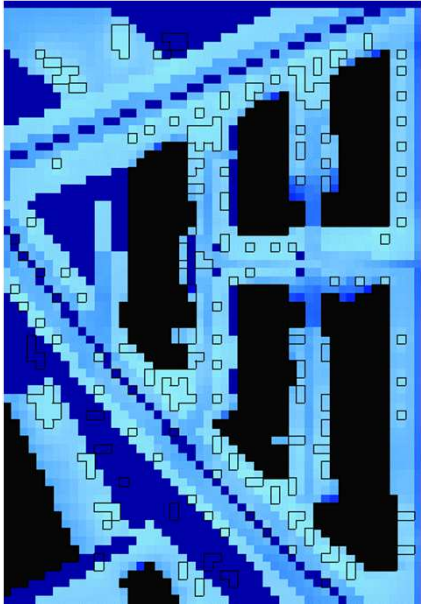
Zona – Alta de Lisboa

Construção atual:
Modelo 3D + Materiais

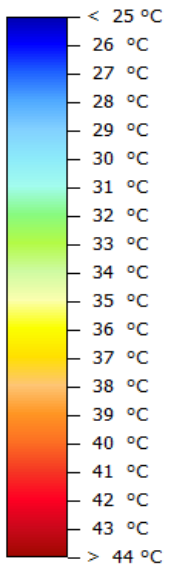


Pavimentos	
■	Asfalto
■	Betão
■	Granito (empedrado)
■	Terra
■	(Fronteira da área de estudo)

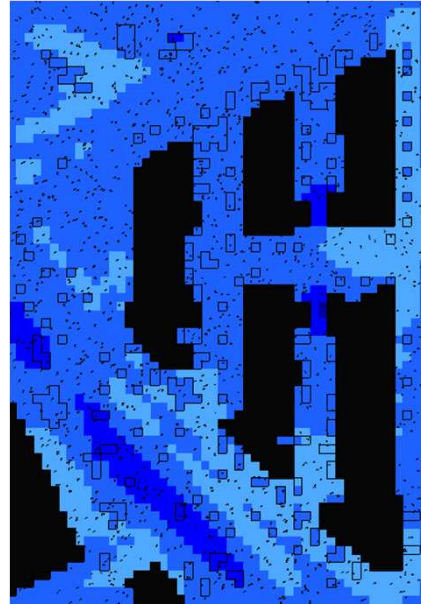
Edifícios	
■	Pedra lioz (bege)
■	Pedra lioz (cinzento claro)
■	Telhados mistos
■	Telhado asfalto (pintado branco)
■	Vidro duplo



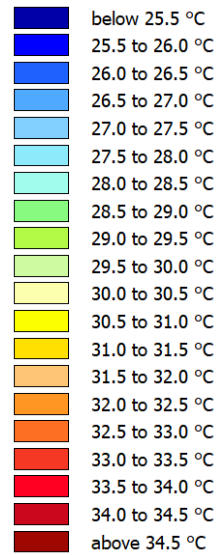
Temperatura Superfície (no solo)



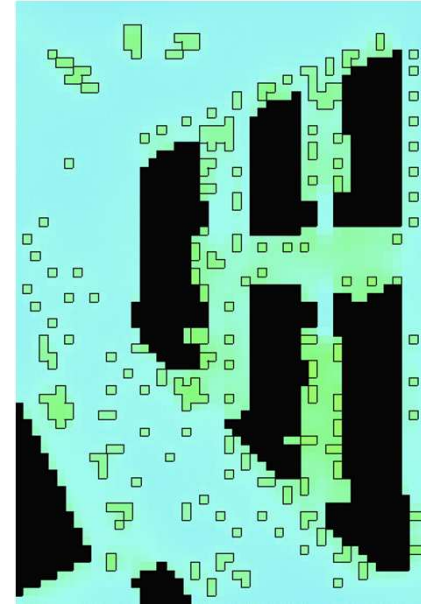
Mín: 18°
Máx: 30°



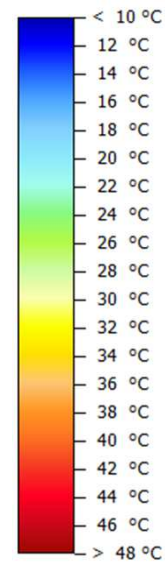
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 25°
Máx: 27°



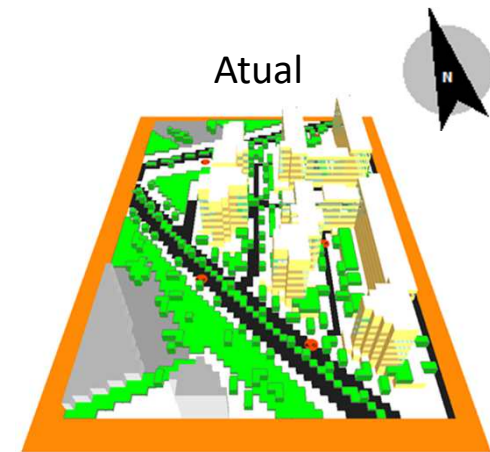
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

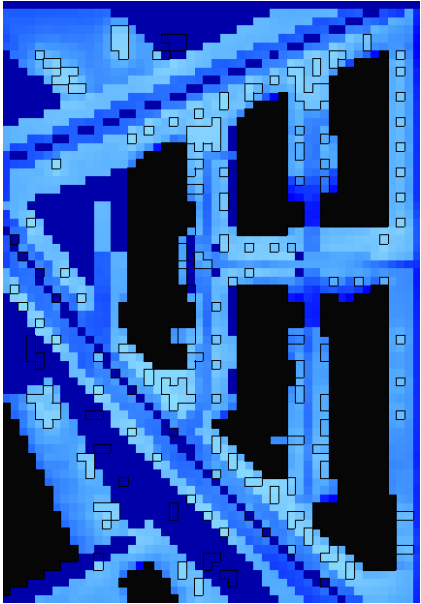


Mín: 21°
Máx: 25°

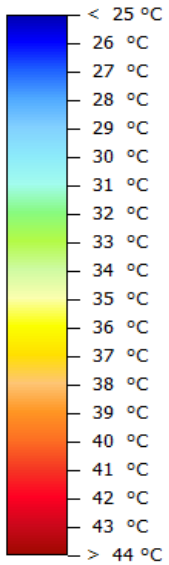
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 01h

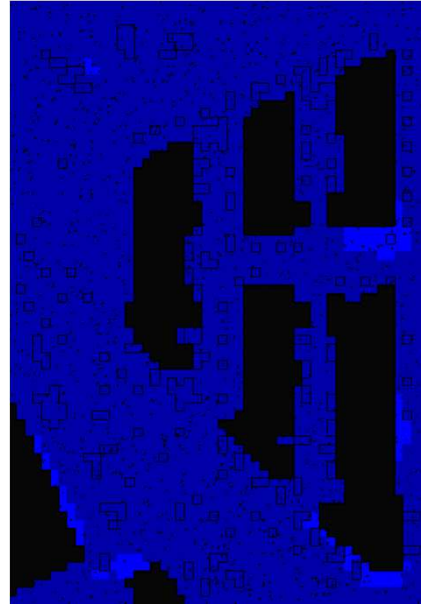




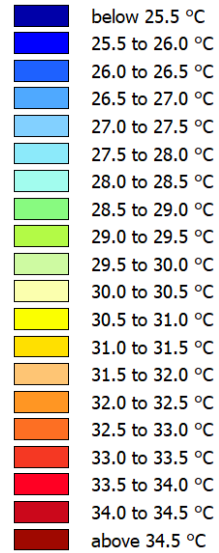
Temperatura Superfície (no solo)



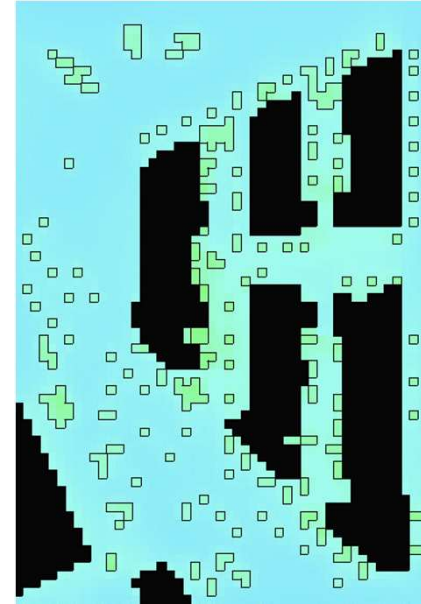
Mín: 17°
Máx: 30°



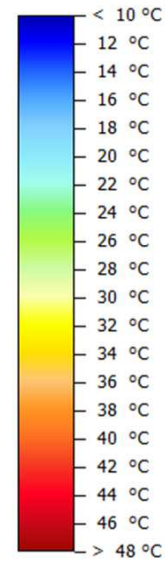
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 24°
Máx: 26°



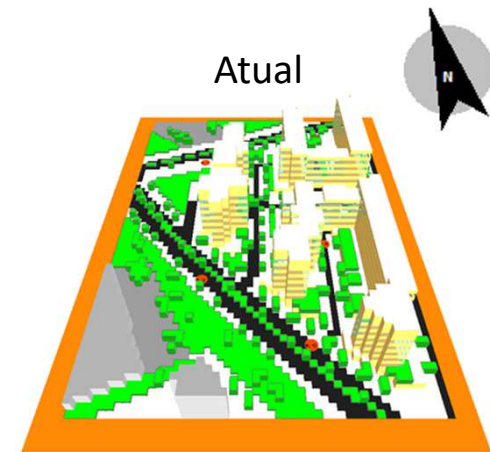
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

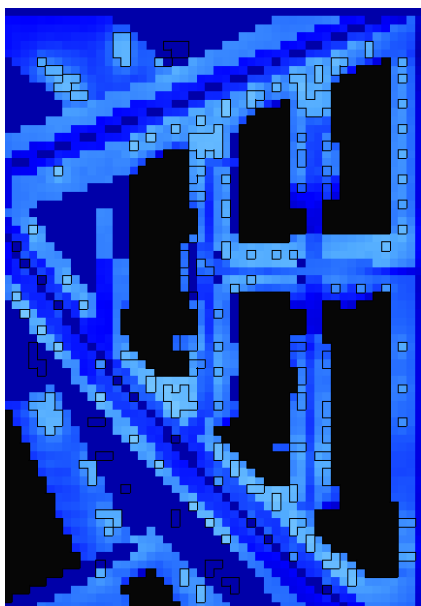


Mín: 20°
Máx: 24°

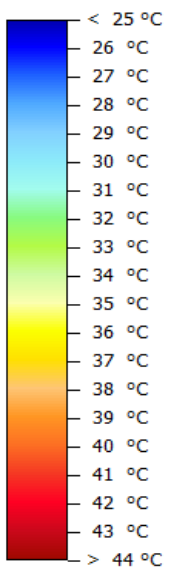
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 02h

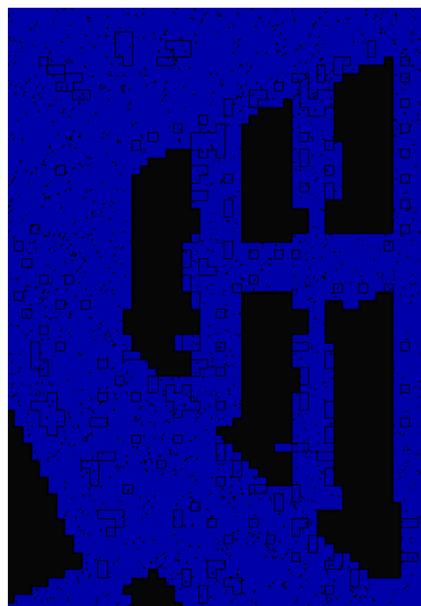




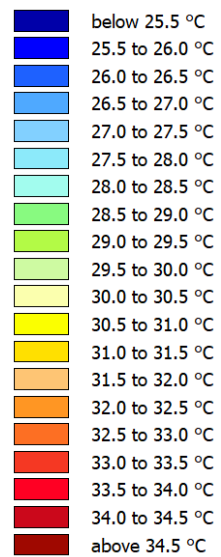
Temperatura Superfície (no solo)



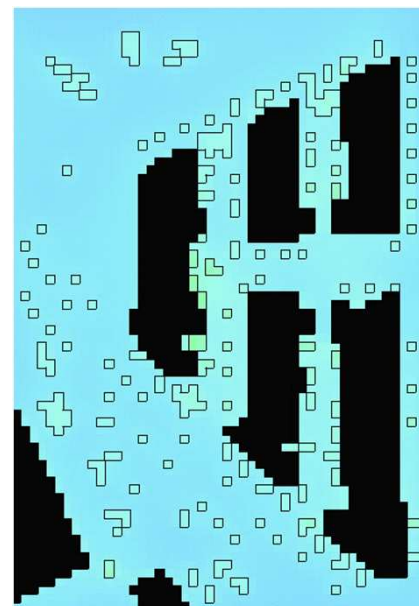
Mín: 16°
Máx: 29°



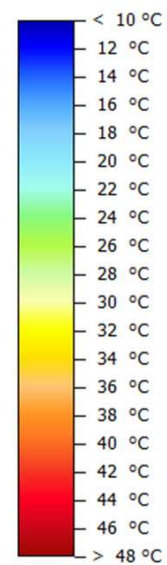
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 23°
Máx: 25°



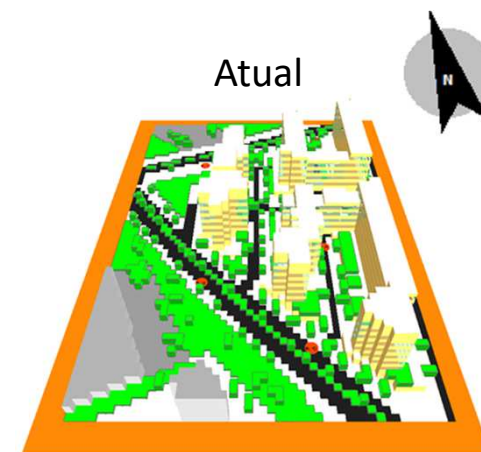
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

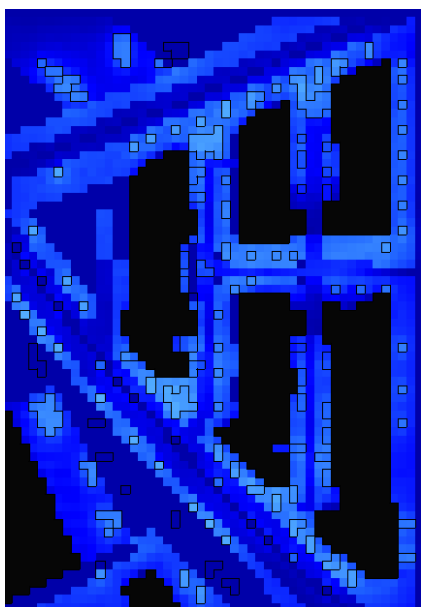


Mín: 19°
Máx: 23°

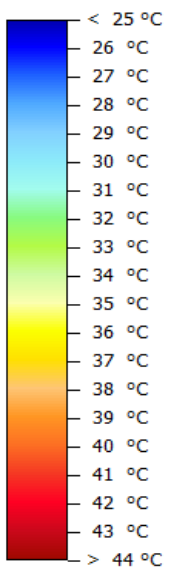
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 03h





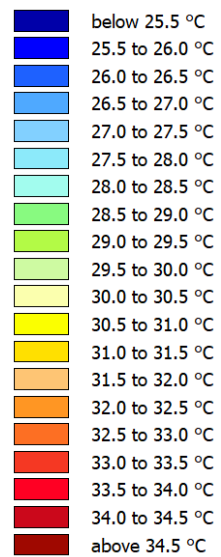
Temperatura Superfície (no solo)



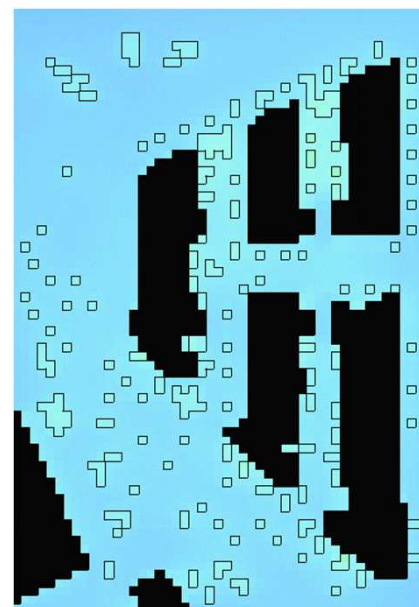
Mín: 16°
Máx: 28°



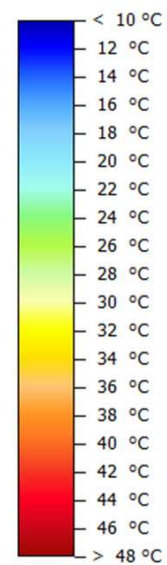
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 23°
Máx: 24°



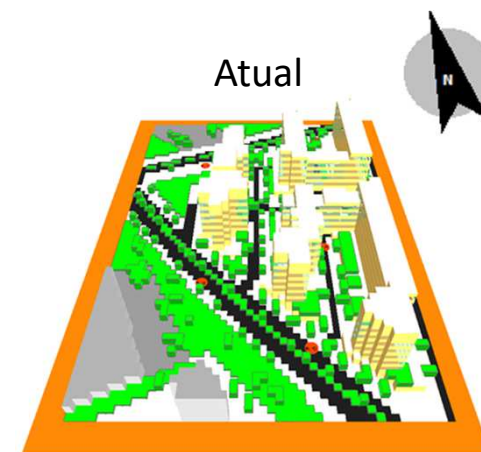
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

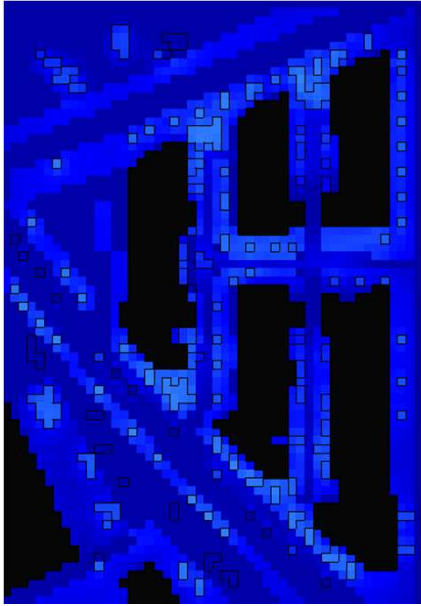


Mín: 18°
Máx: 23°

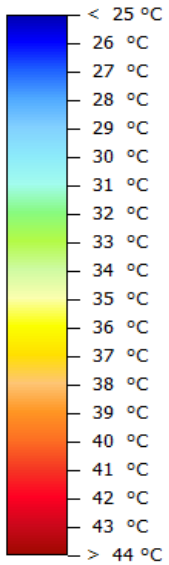
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 04h

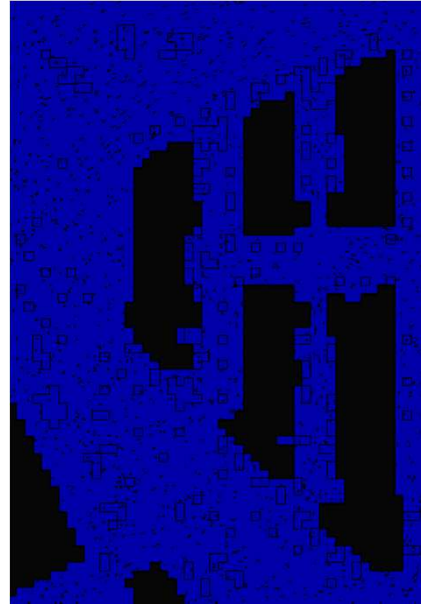




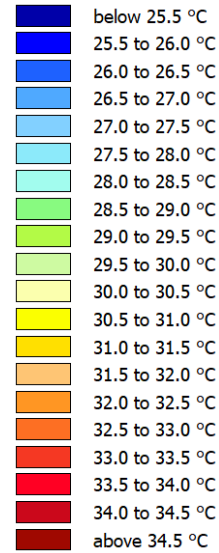
Temperatura Superfície (no solo)



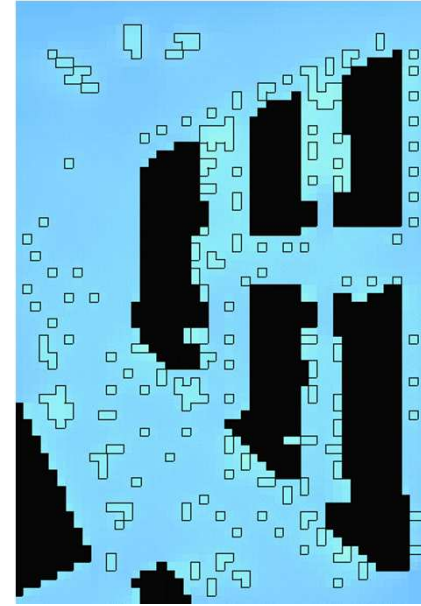
Mín: 16°
Máx: 28°



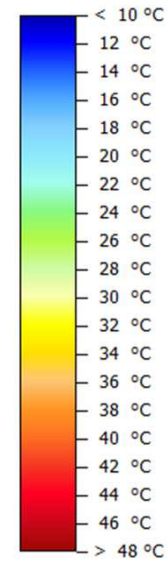
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 23°
Máx: 24°



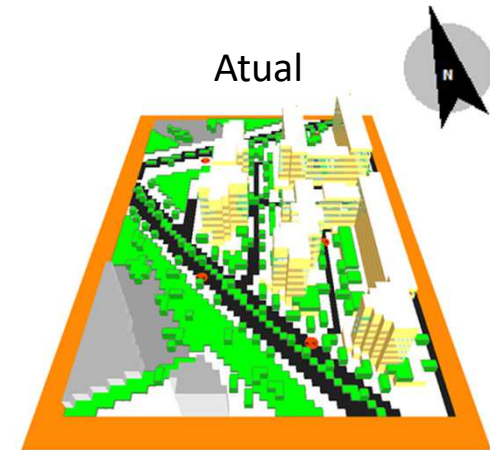
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

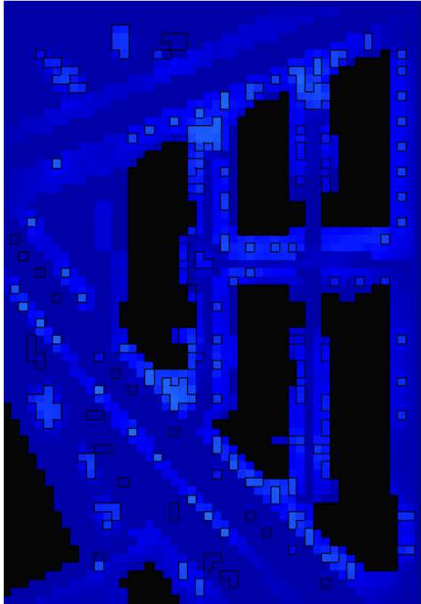


Mín: 17°
Máx: 22°

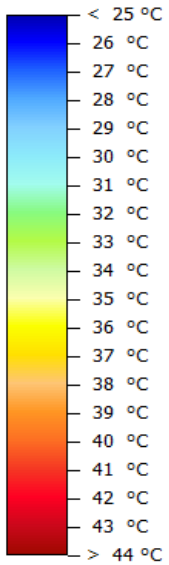
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 05h

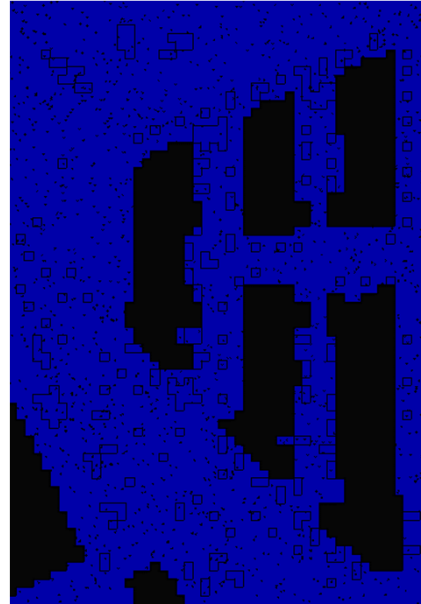




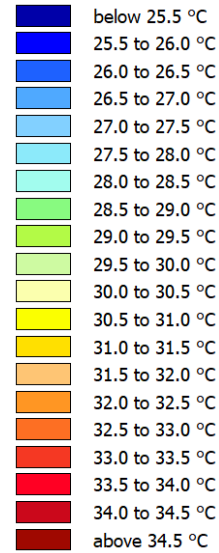
Temperatura Superfície (no solo)



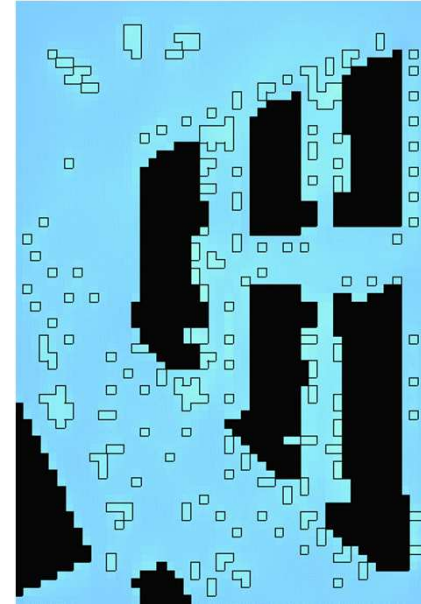
Mín: 15°
Máx: 27°



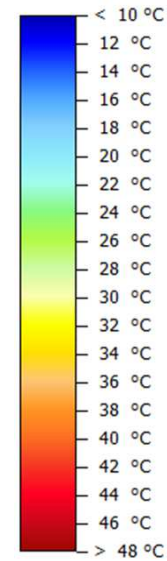
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 22°
Máx: 24°



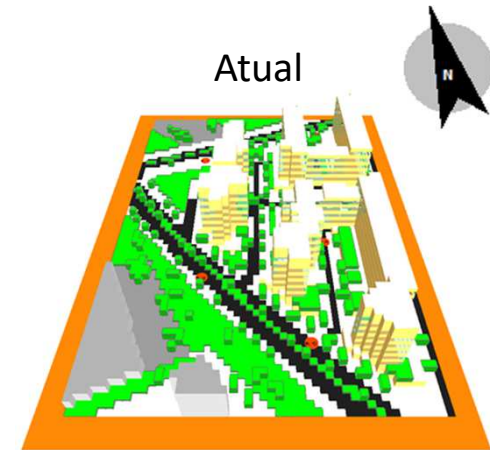
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

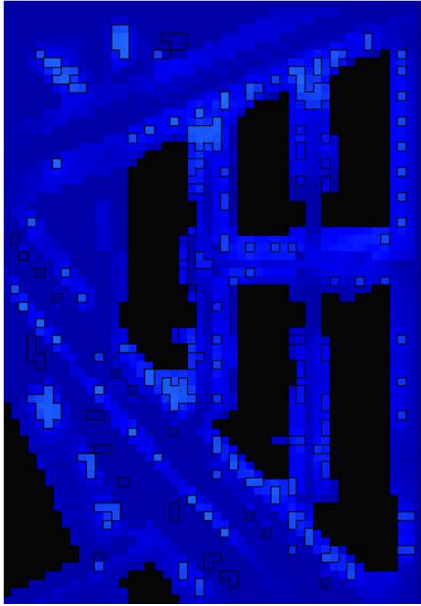


Mín: 18°
Máx: 22°

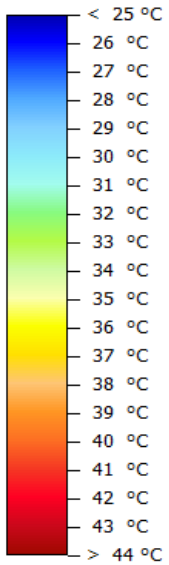
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 06h

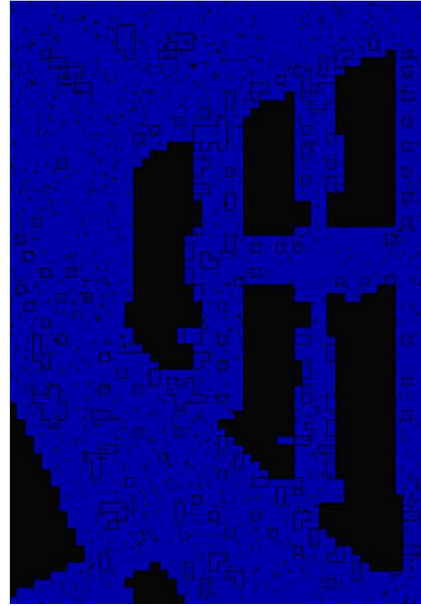




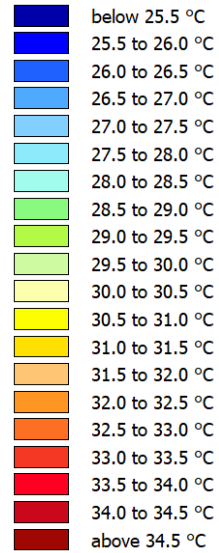
Temperatura Superfície (no solo)



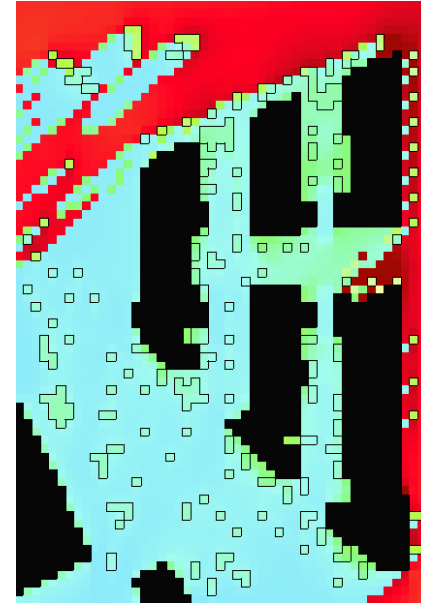
Mín: 18°
Máx: 27°



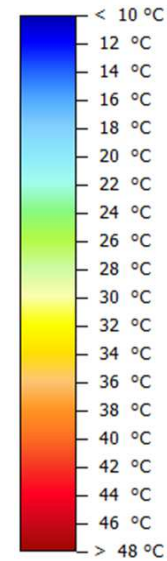
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 24°
Máx: 25°



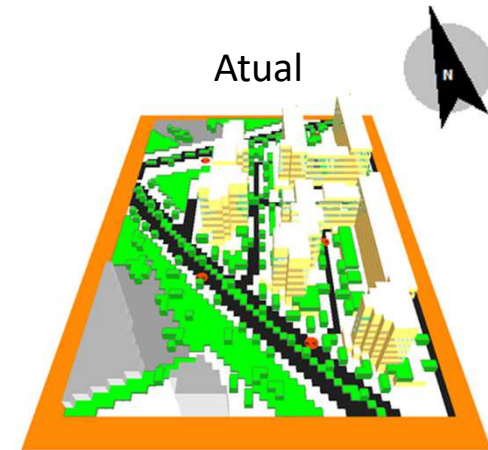
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

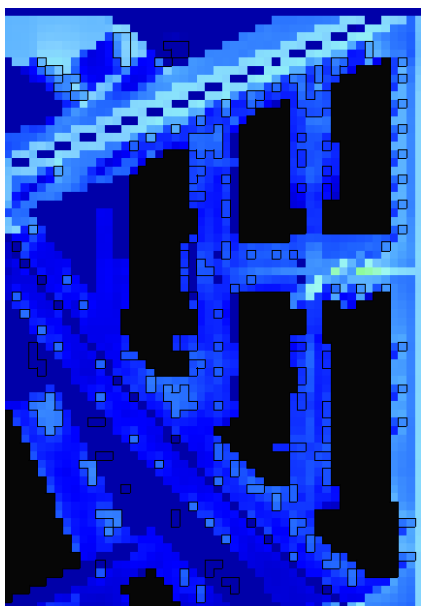


Mín: 20°
Máx: 57°

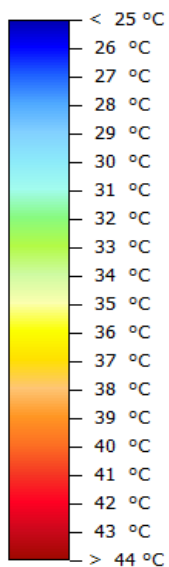
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 07h

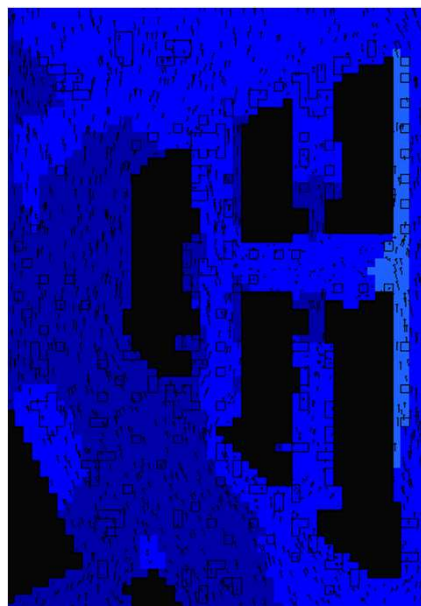




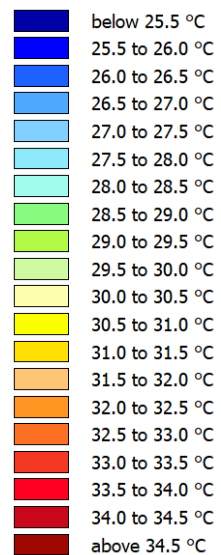
Temperatura Superfície (no solo)



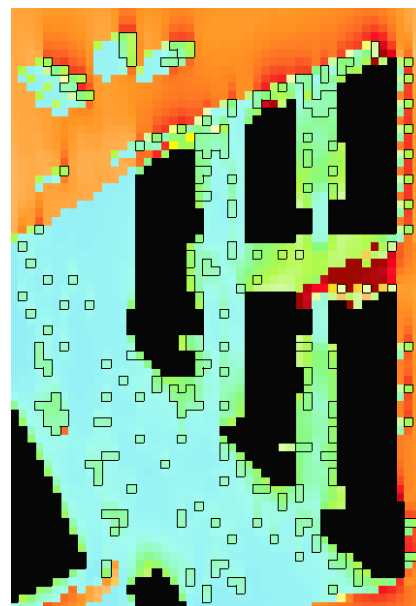
Mín: 20°
Máx: 32°



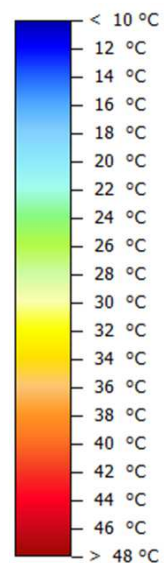
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 25°
Máx: 26°



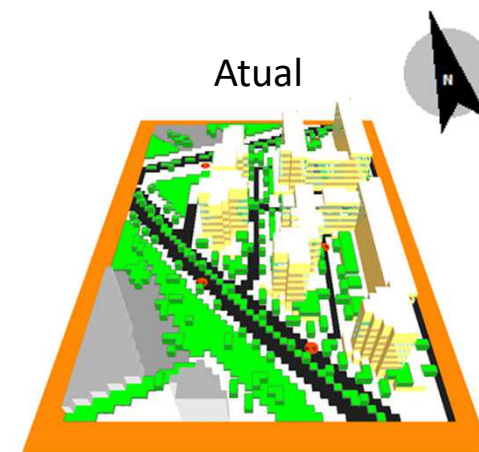
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

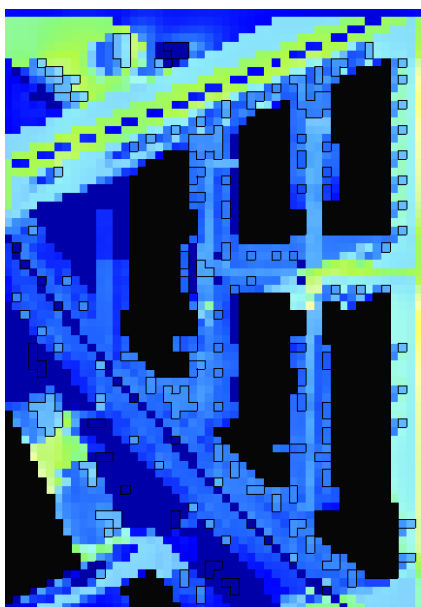


Mín: 20°
Máx: 54°

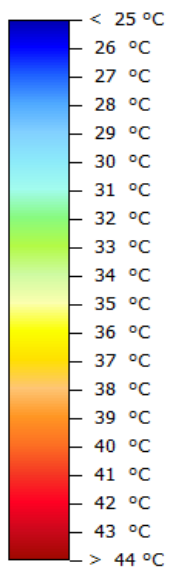
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 08h

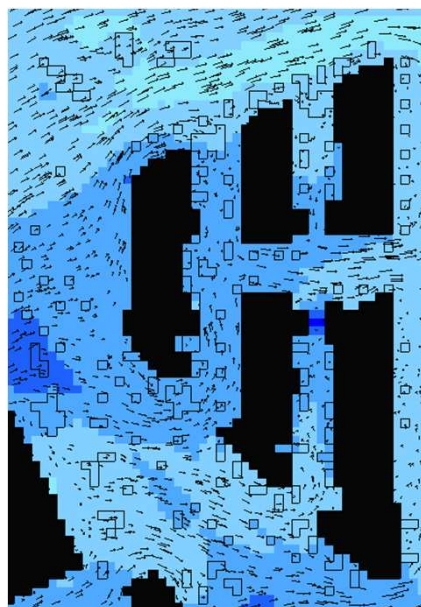




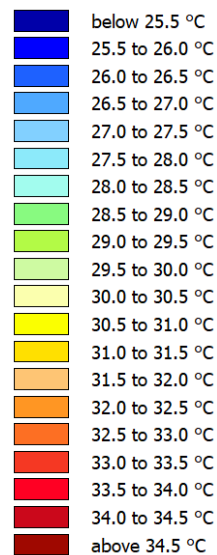
Temperatura Superfície (no solo)



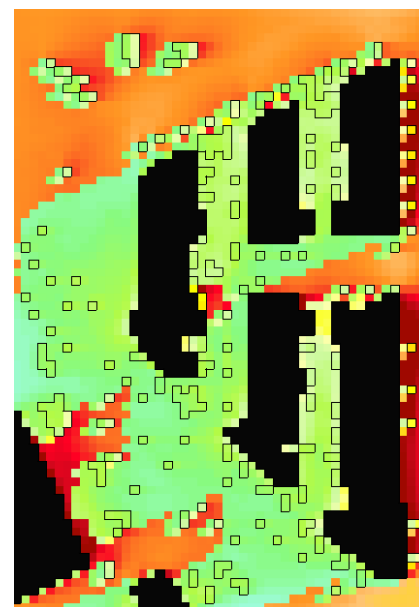
Mín: 20°
Máx: 35°



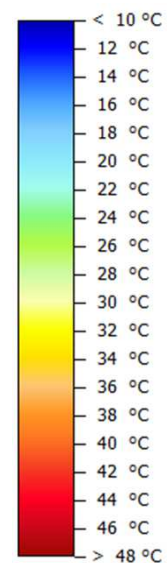
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 26°
Máx: 28°



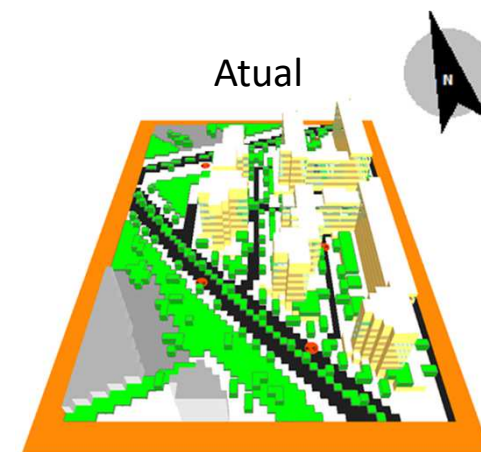
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

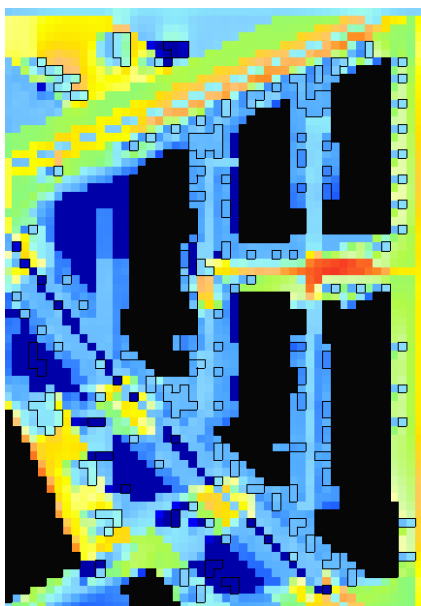


Mín: 22°
Máx: 55°

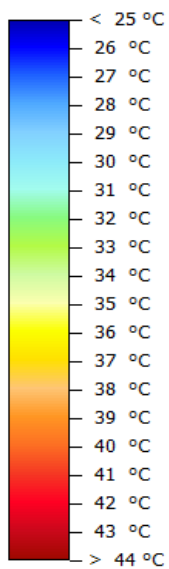
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 09h

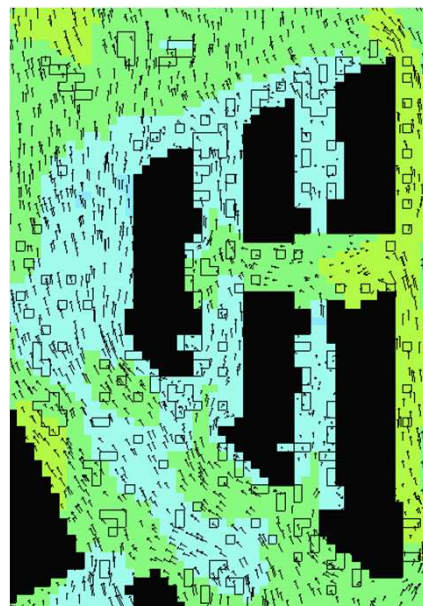




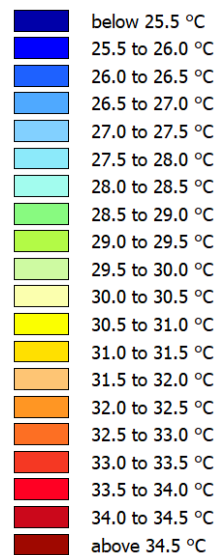
Temperatura Superfície (no solo)



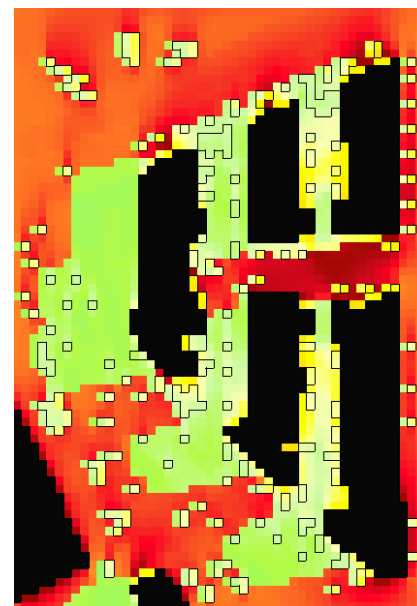
Mín: 20°
Máx: 41°



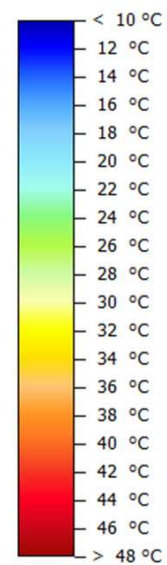
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 28°
Máx: 29°



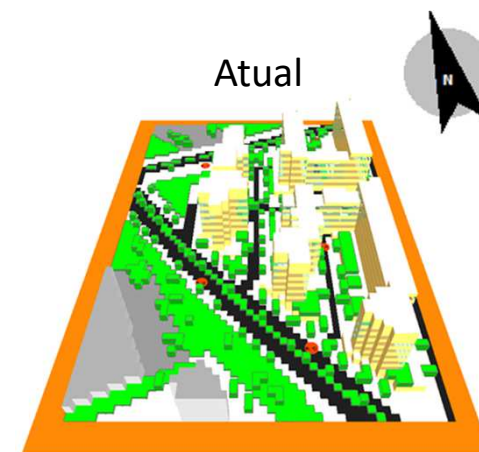
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

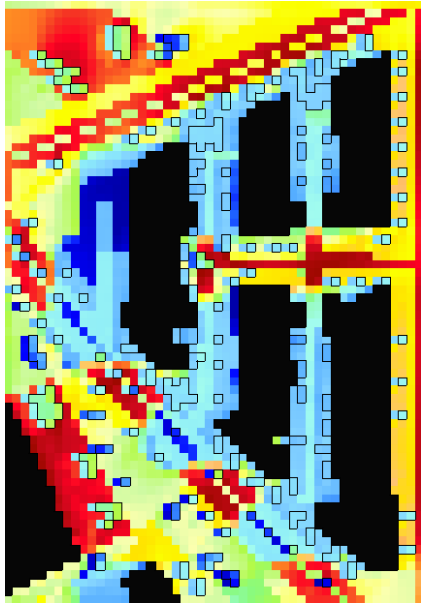


Mín: 25°
Máx: 55°

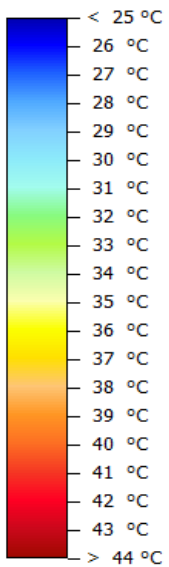
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 10h

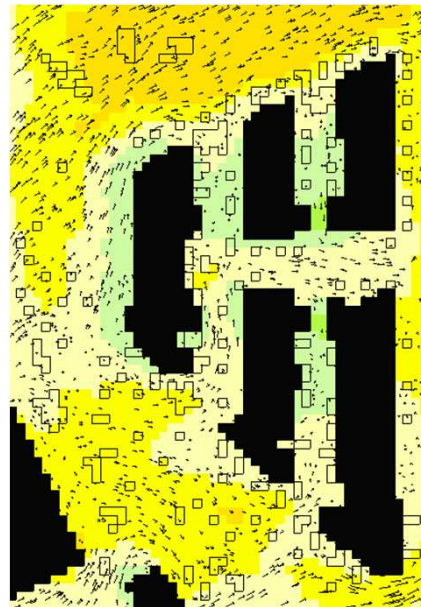




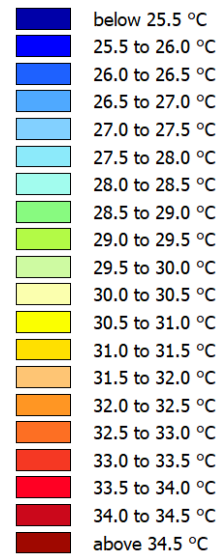
Temperatura Superfície (no solo)



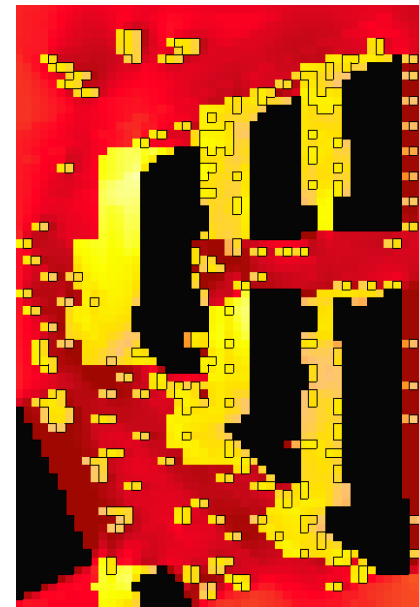
Mín: 20°
Máx: 44°



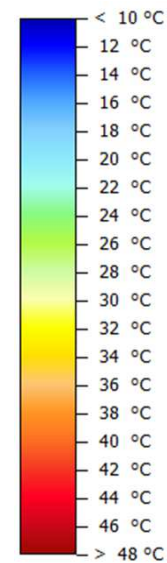
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 29°
Máx: 31°



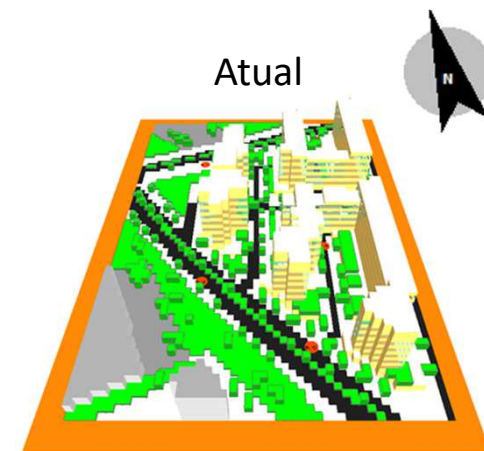
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

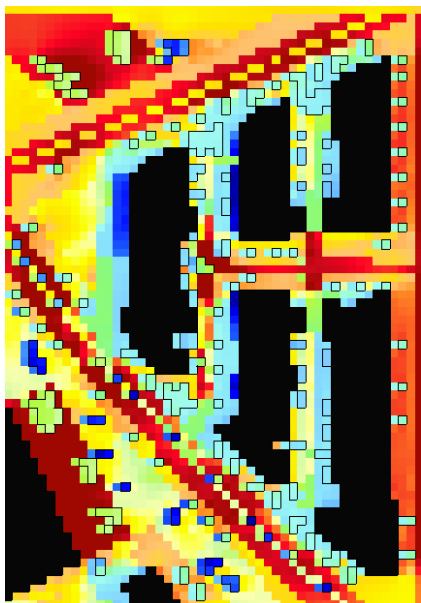


Mín: 30°
Máx: 56°

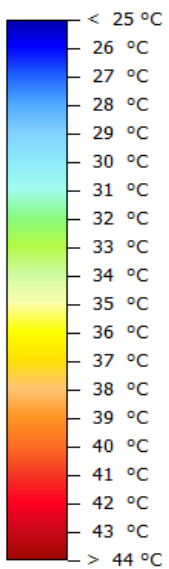
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 11h





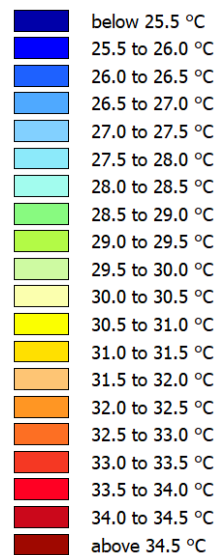
Temperatura Superfície (no solo)



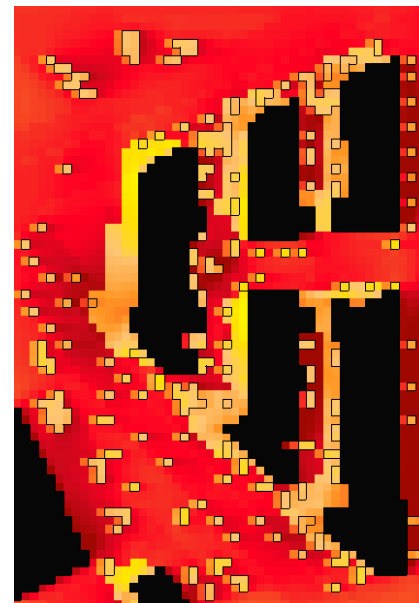
Mín: 20°
Máx: 49°



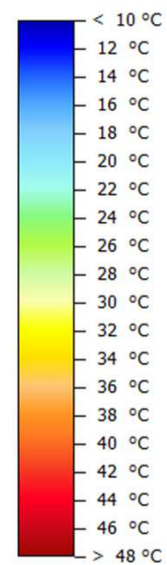
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 30°
Máx: 33°



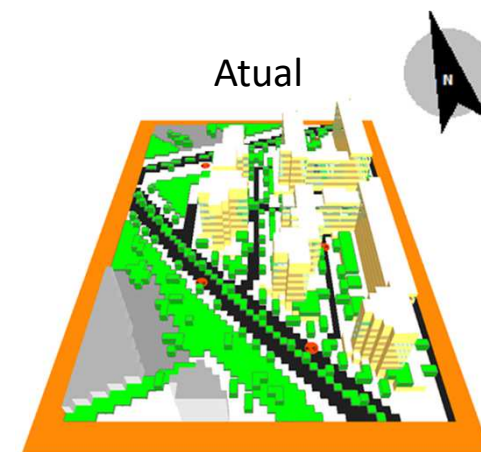
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

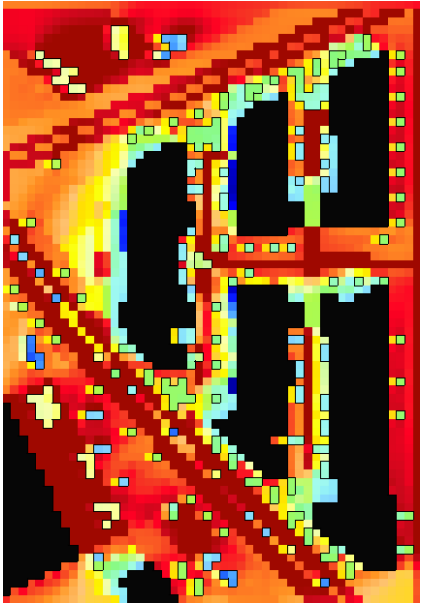


Mín: 33°
Máx: 55°

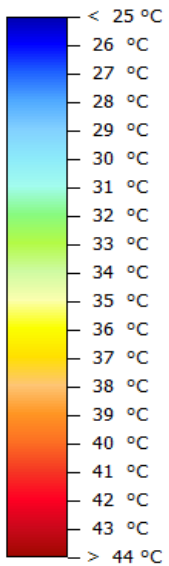
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 12h





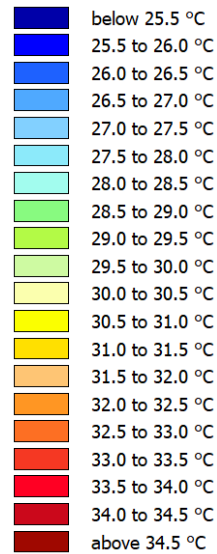
Temperatura Superfície (no solo)



Mín: 20°
Máx: 51°



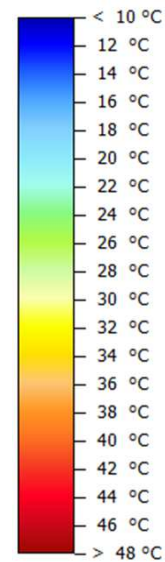
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 32°
Máx: 34°



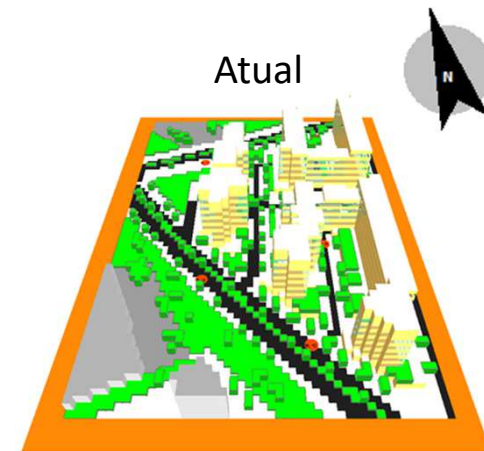
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

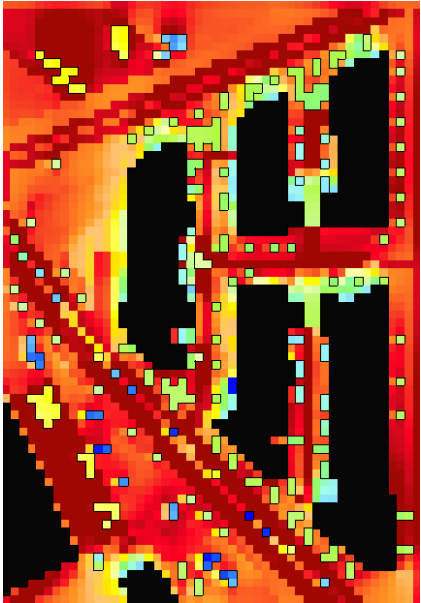


Mín: 34°
Máx: 52°

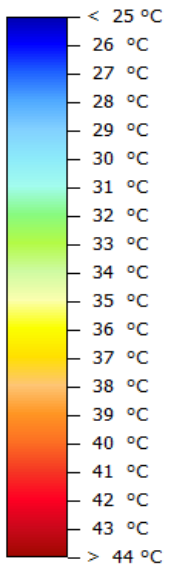
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 13h





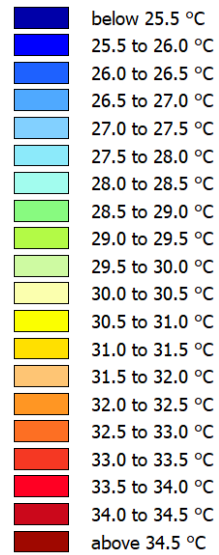
Temperatura Superfície (no solo)



Mín: 20°
Máx: 50°



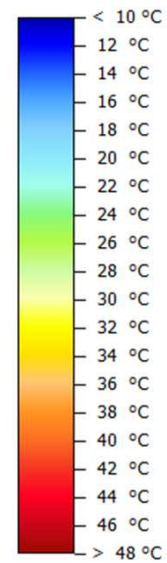
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 33°
Máx: 35°



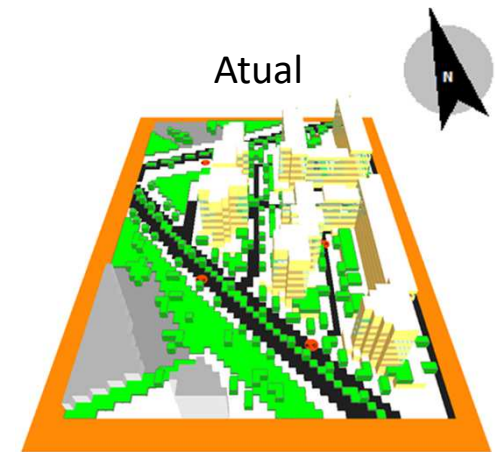
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

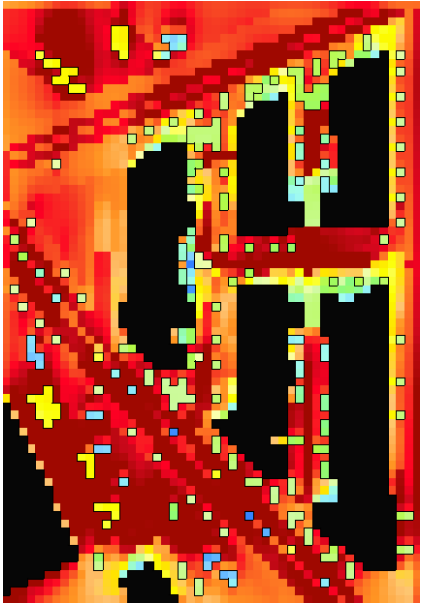


Mín: 36°
Máx: 51°

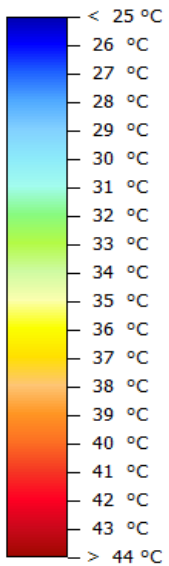
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 14h





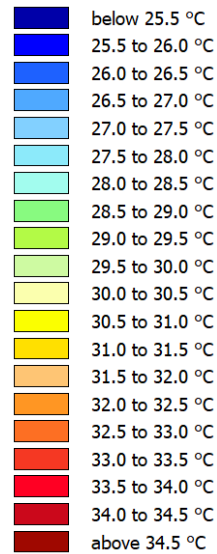
Temperatura Superfície (no solo)



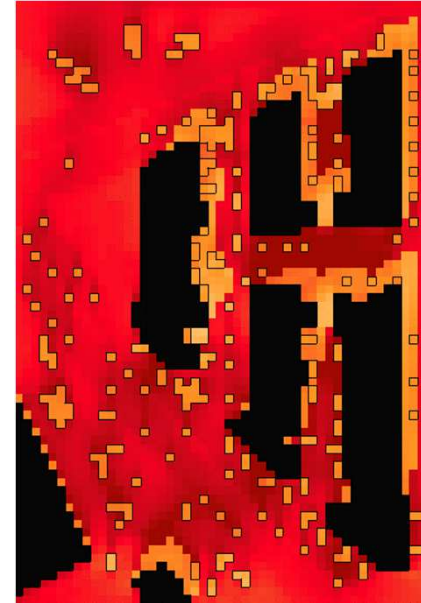
Mín: 20°
Máx: 52°



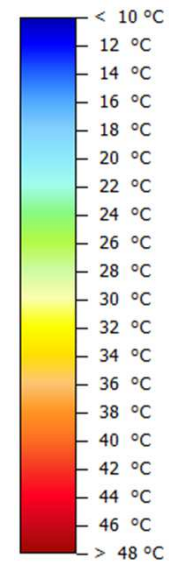
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 33°
Máx: 35°



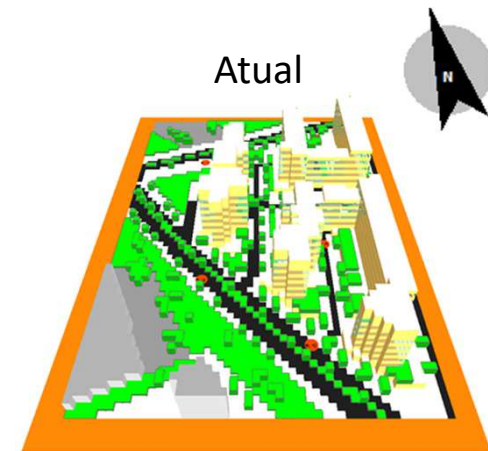
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

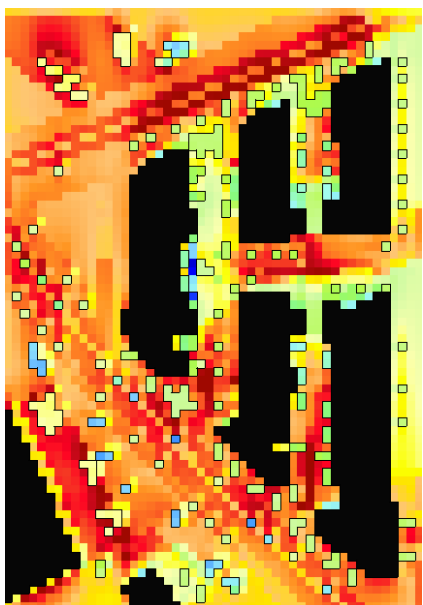


Mín: 36°
Máx: 54°

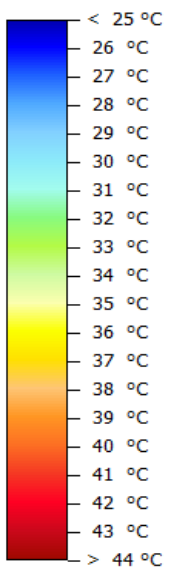
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 15h

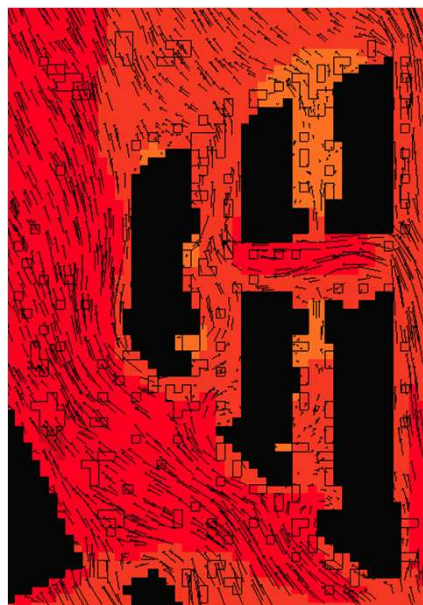




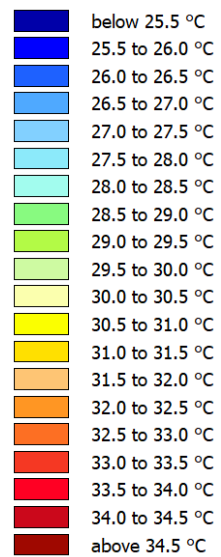
Temperatura Superfície (no solo)



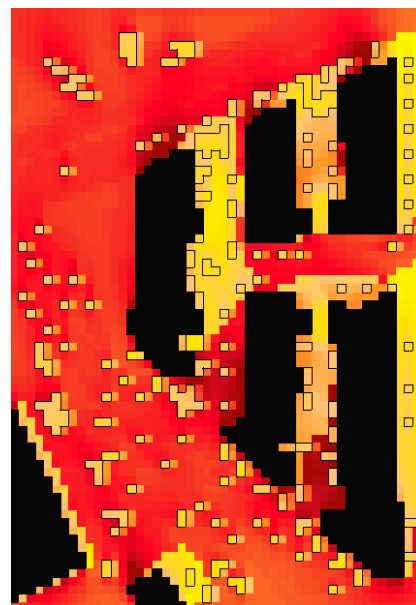
Mín: 20°
Máx: 48°



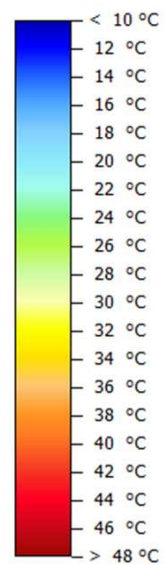
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 33°
Máx: 34°



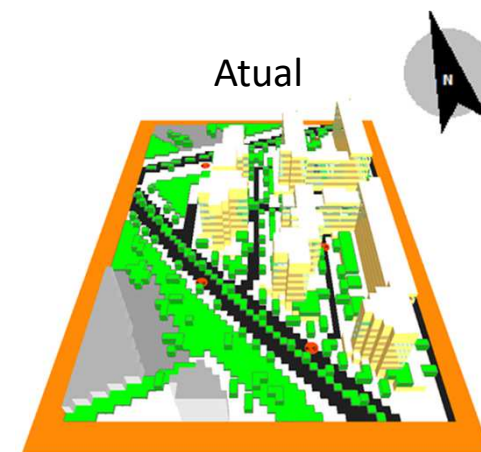
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

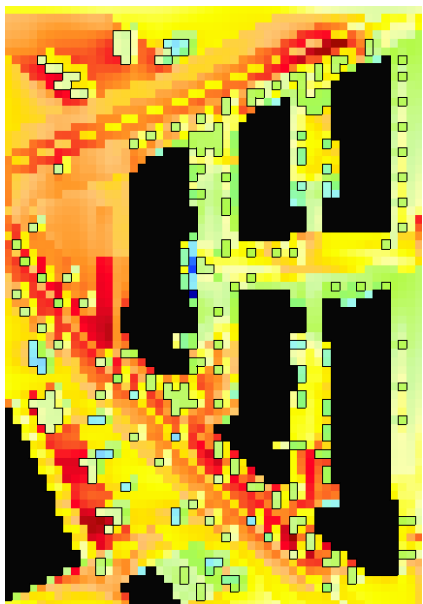


Mín: 32°
Máx: 53°

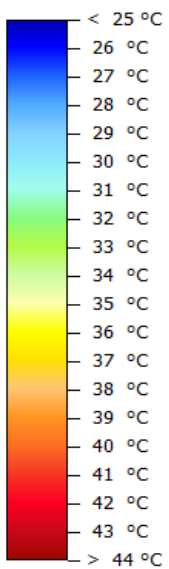
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 16h

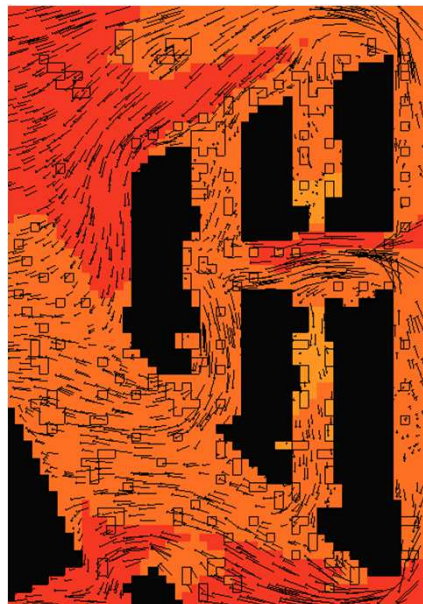




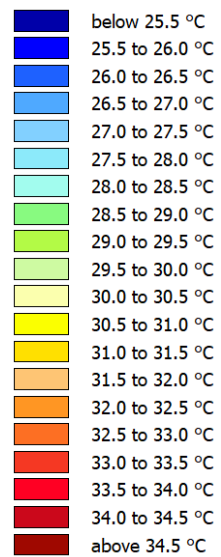
Temperatura Superfície (no solo)



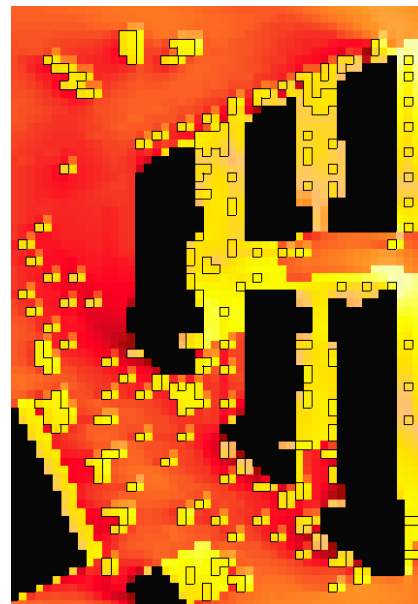
Mín: 20°
Máx: 44°



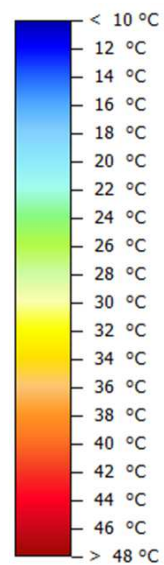
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 32°
Máx: 33°



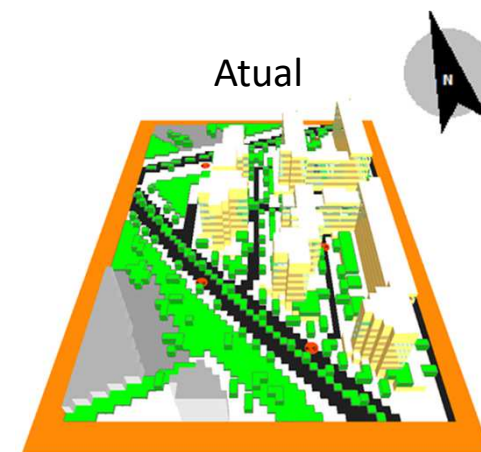
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

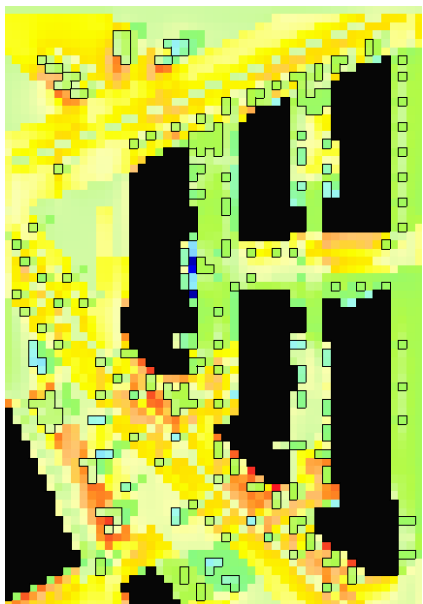


Mín: 30°
Máx: 51°

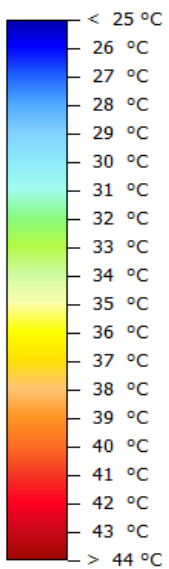
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 17h

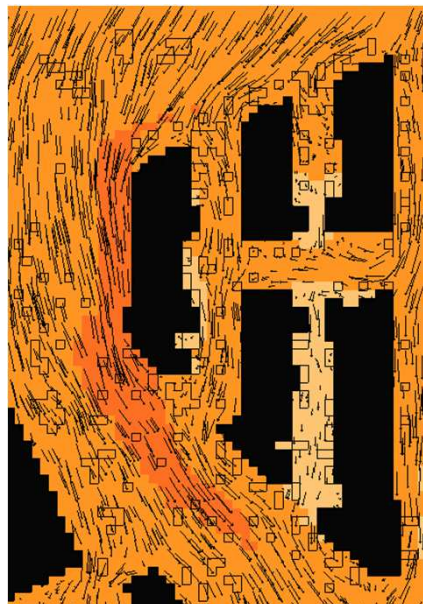




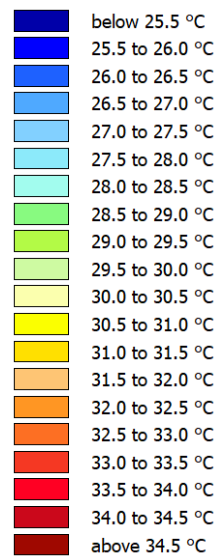
Temperatura Superfície (no solo)



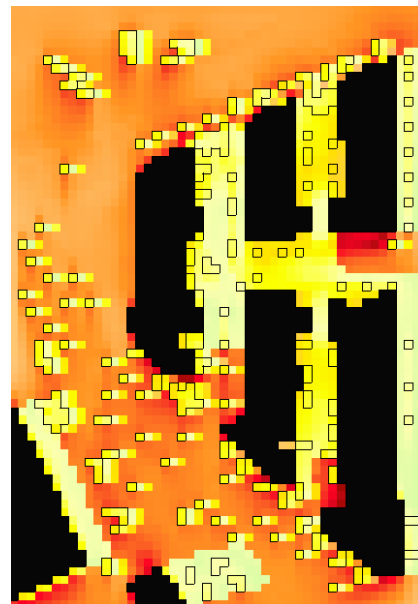
Mín: 20°
Máx: 42°



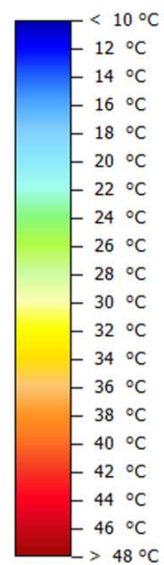
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 32°
Máx: 33°



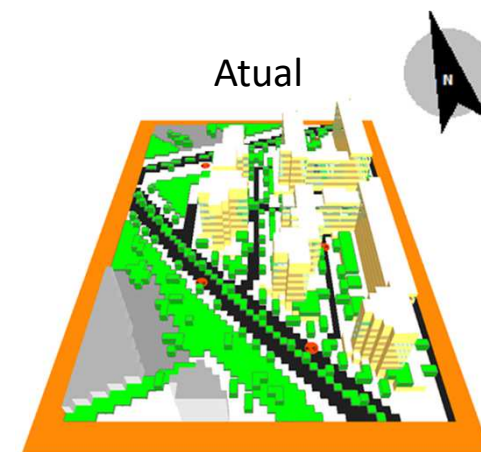
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

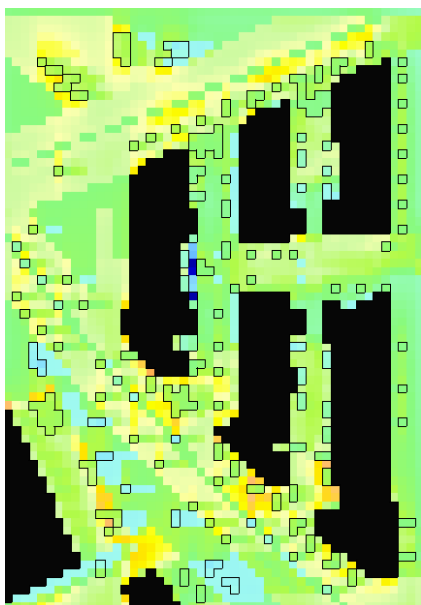


Mín: 28°
Máx: 48°

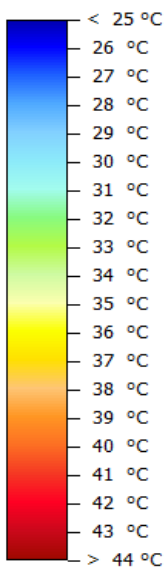
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 18h

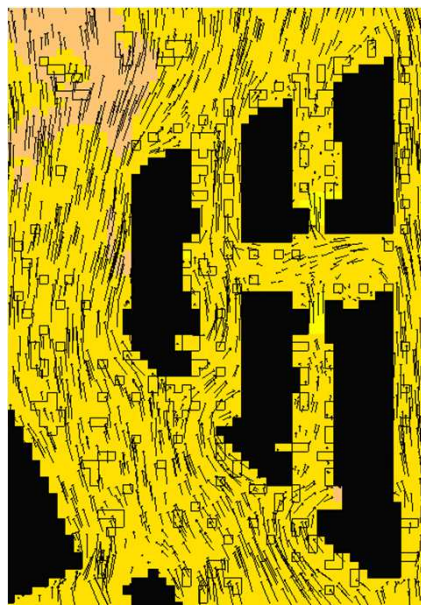




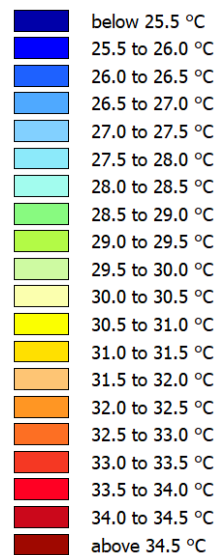
Temperatura Superfície (no solo)



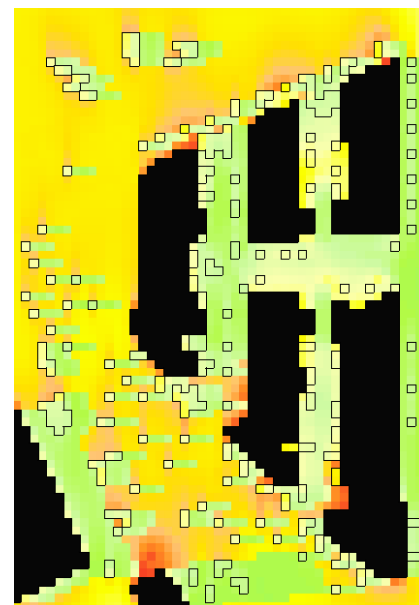
**Mín: 20°
Máx: 38°**



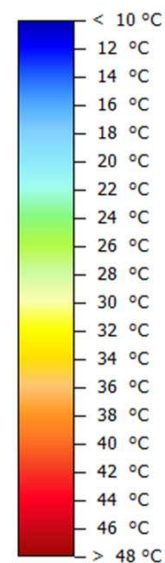
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 31°
Máx: 32°**



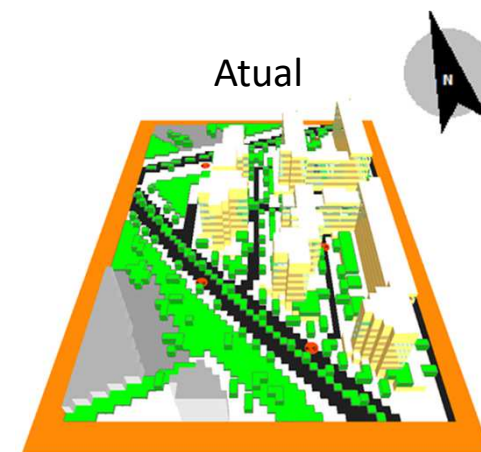
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

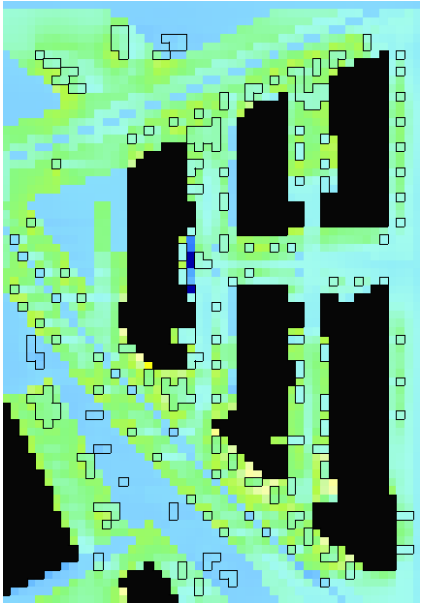


**Mín: 25°
Máx: 42°**

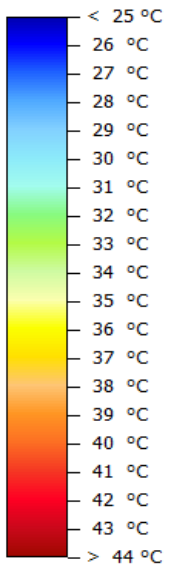
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 19h

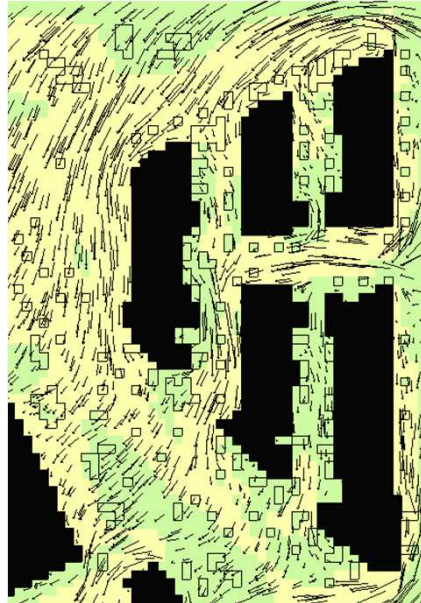




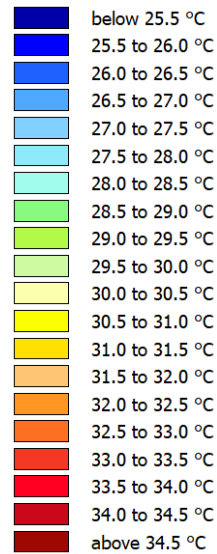
Temperatura Superfície (no solo)



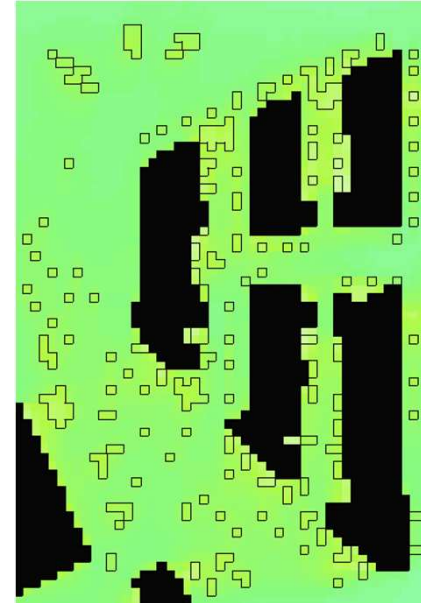
Mín: 20°
Máx: 36°



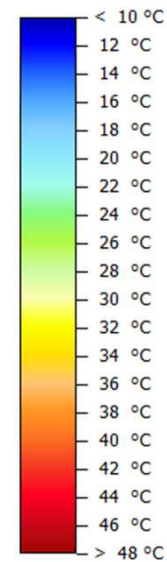
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 30°
Máx: 30°



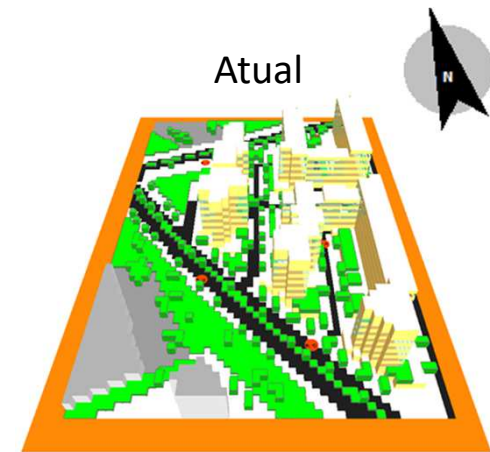
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

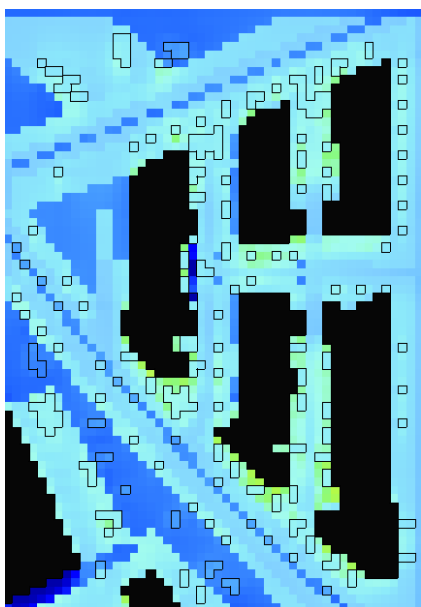


Mín: 23°
Máx: 28°

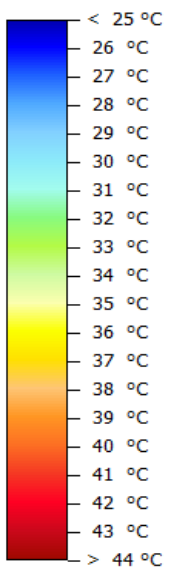
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 20h





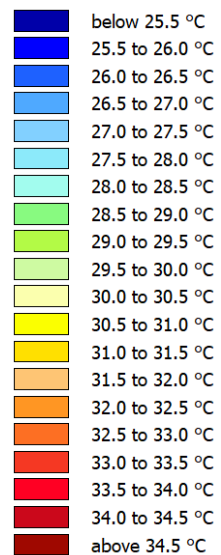
Temperatura Superfície (no solo)



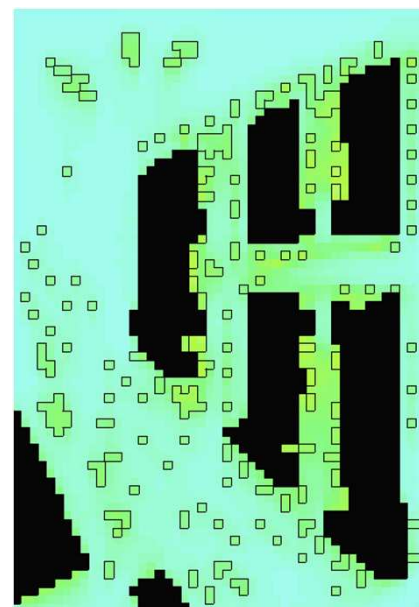
Mín: 20°
Máx: 33°



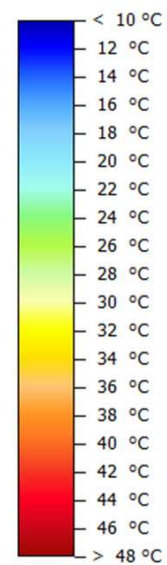
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 28°
Máx: 29°



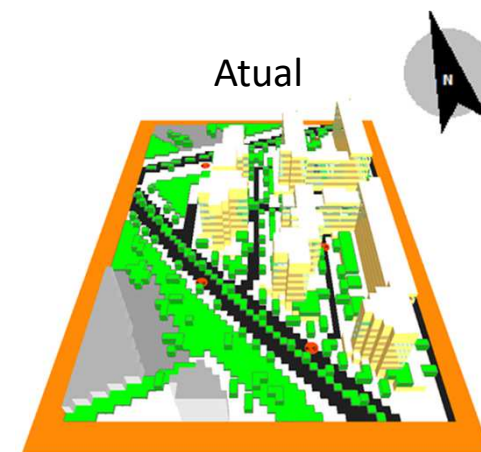
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



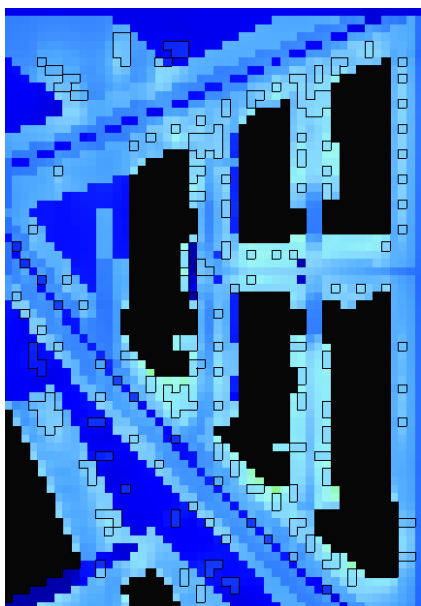
Mín: 22°
Máx: 27°

Dia: Onda Calor (22/07)

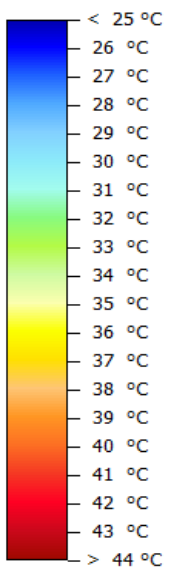
Hora: 21h



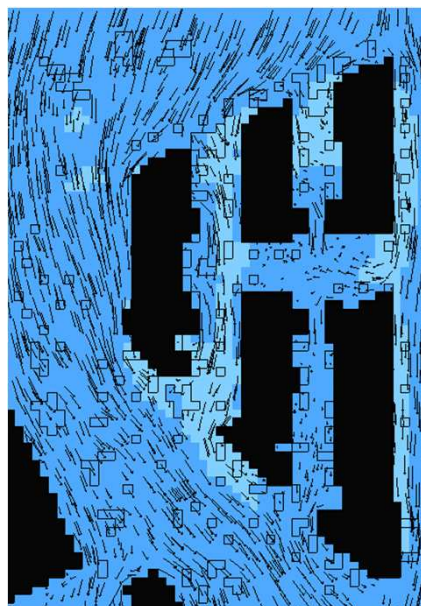
Atual



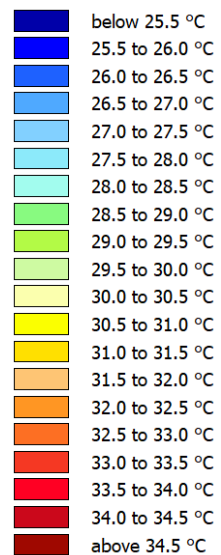
Temperatura Superfície (no solo)



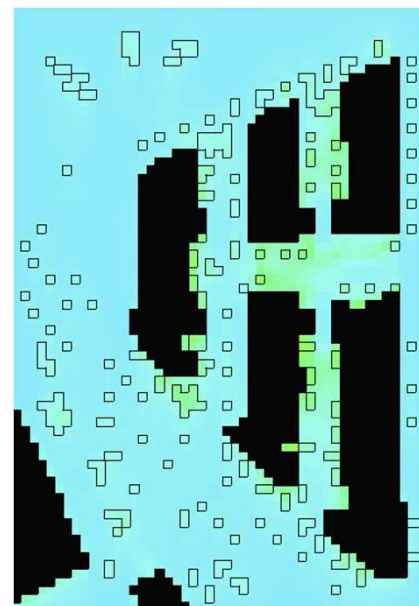
Mín: 20°
Máx: 32°



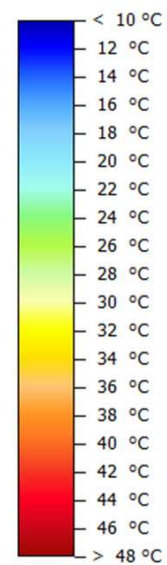
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 27°
Máx: 27°



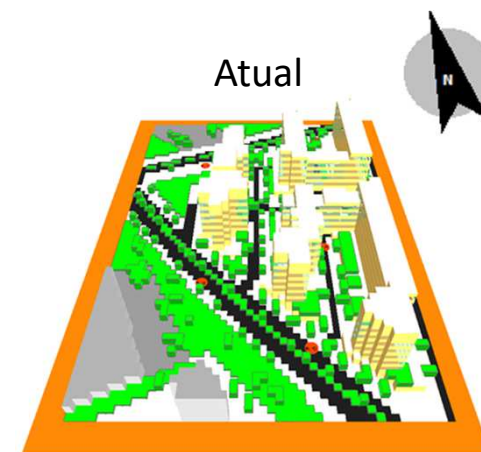
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

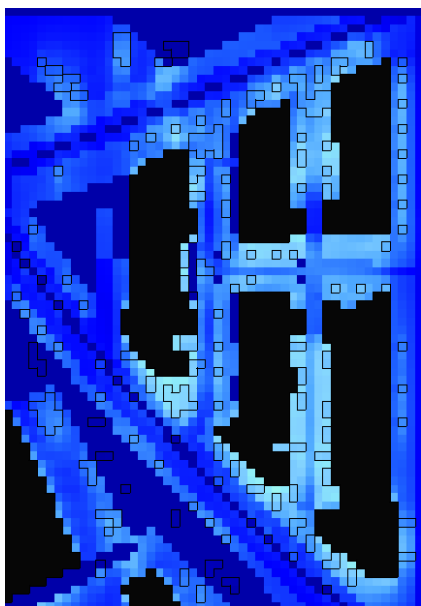


Mín: 20°
Máx: 25°

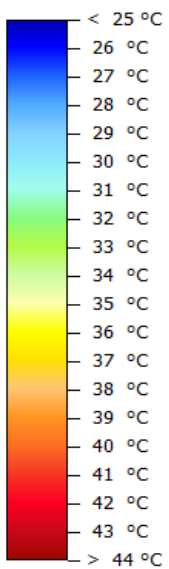
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 22h

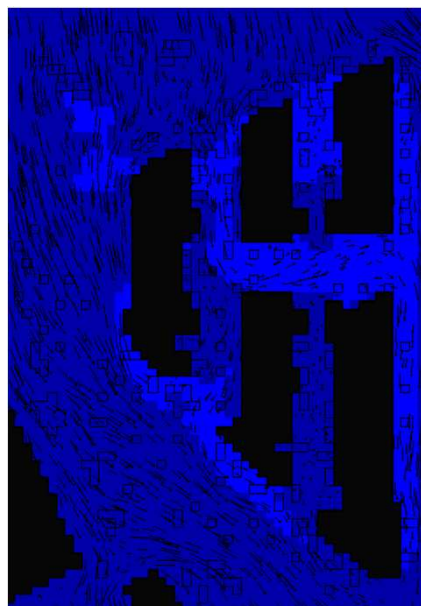




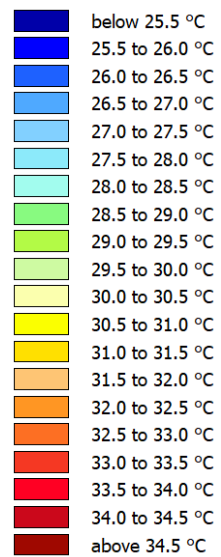
Temperatura Superfície (no solo)



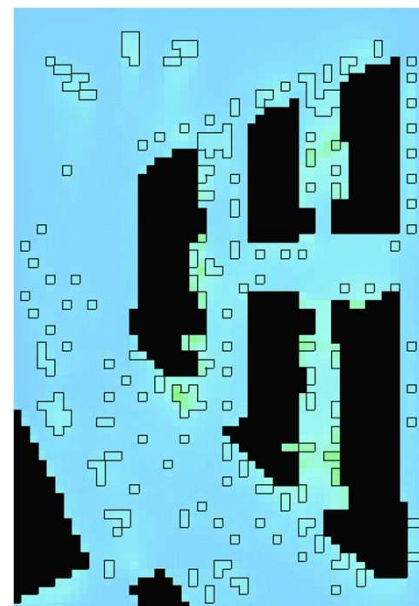
Mín: 20°
Máx: 31°



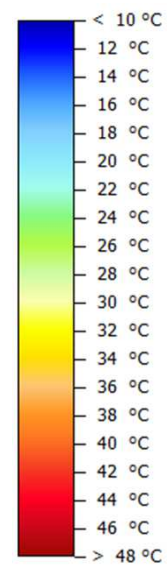
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 25°
Máx: 26°



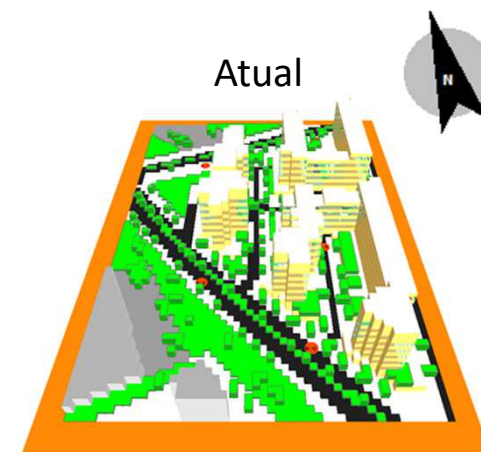
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 18°
Máx: 24°

Dia: Onda Calor (22/07)

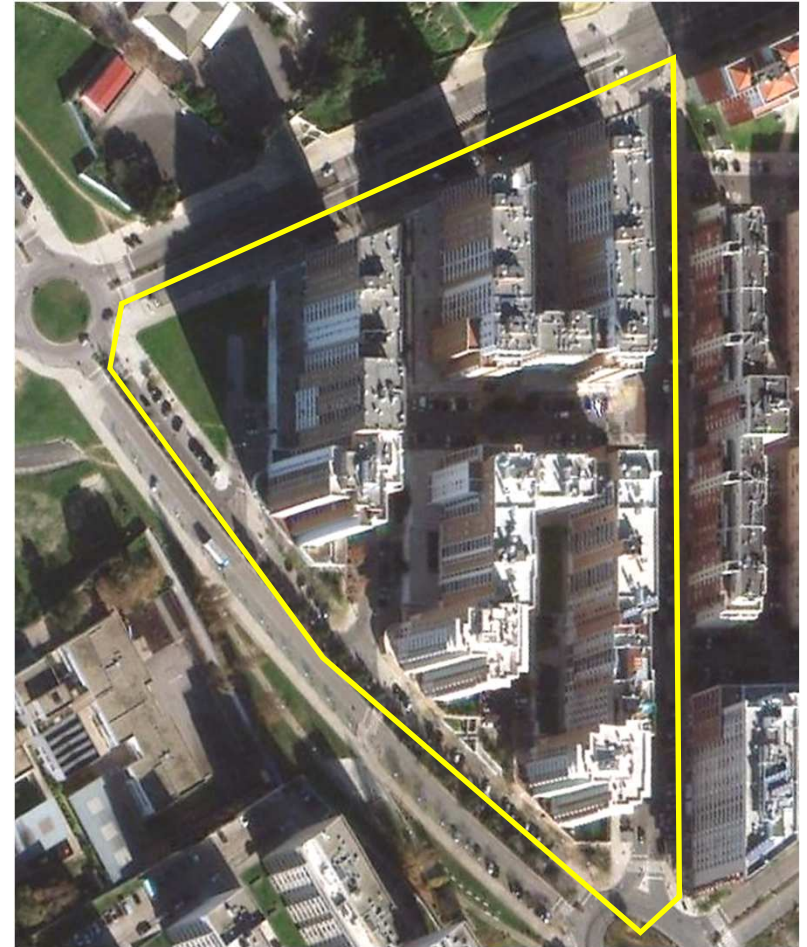
Hora: 23h

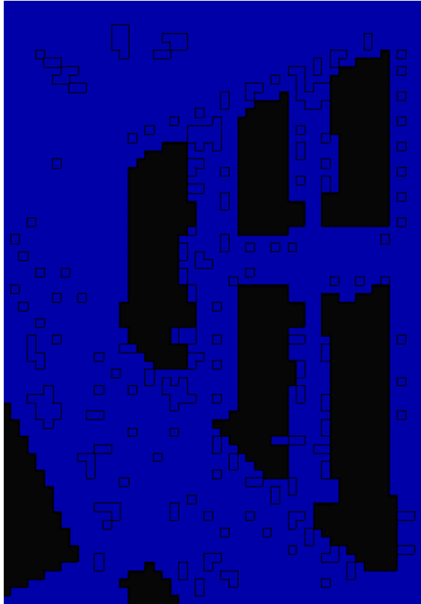


Zona – Alta de Lisboa

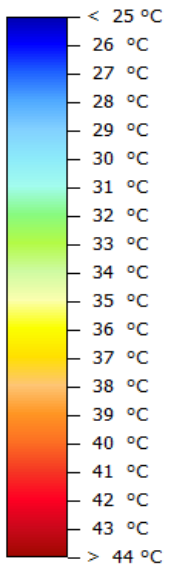
Simulação microclima:
Clima atual

Verão Típico

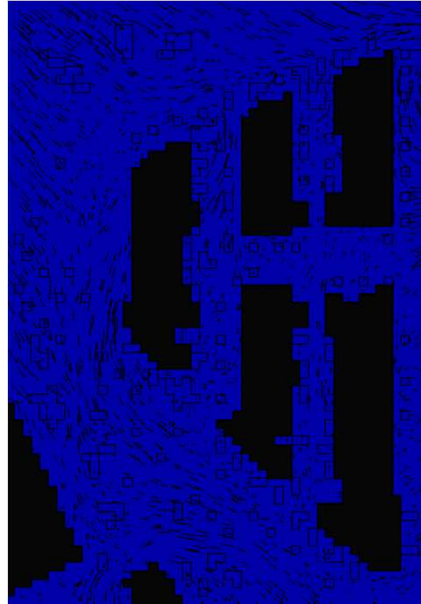




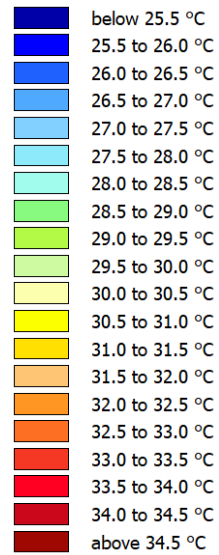
Temperatura Superfície (no solo)



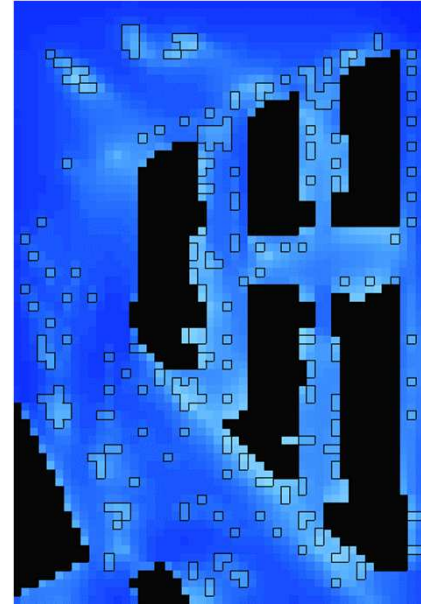
**Mín: 16°
Máx: 24°**



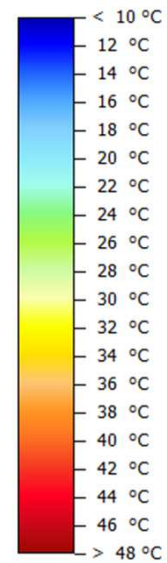
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 20°
Máx: 20°**



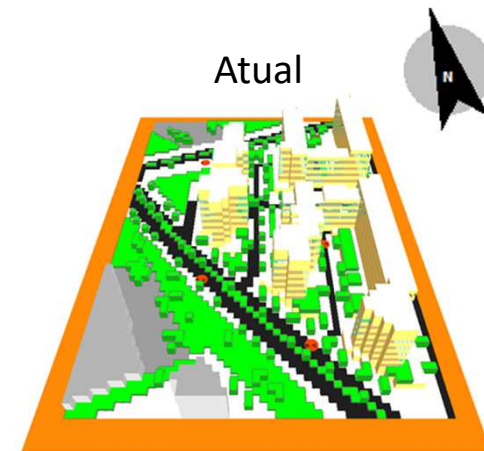
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

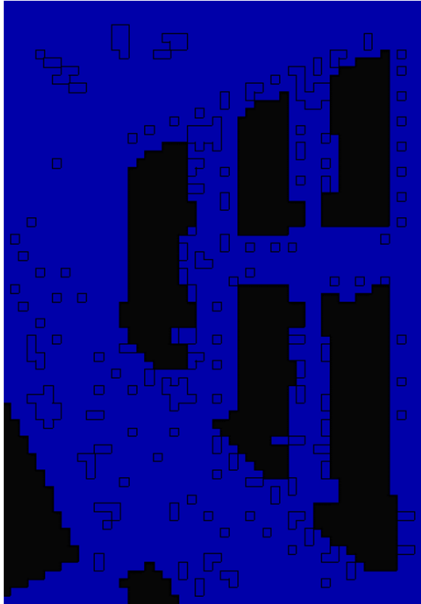


**Mín: 13°
Máx: 19°**

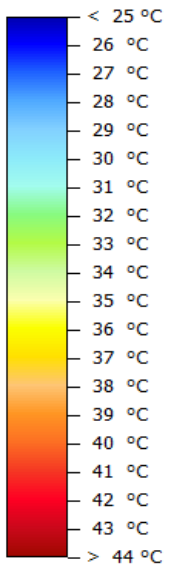
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 01h

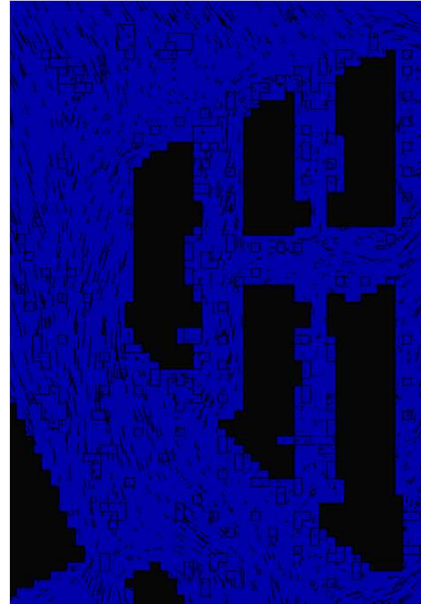




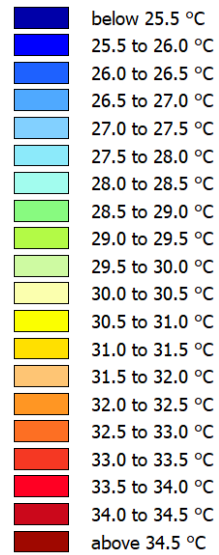
Temperatura Superfície (no solo)



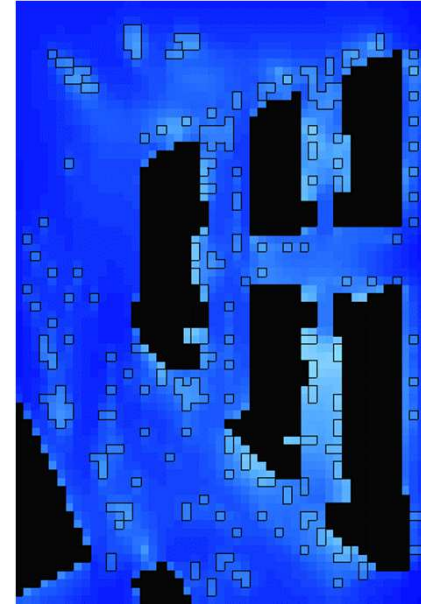
**Mín: 16°
Máx: 23°**



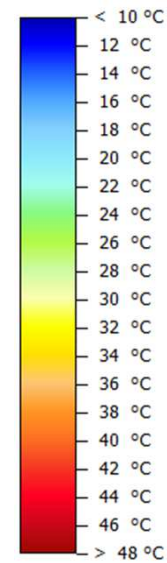
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 19°
Máx: 20°**



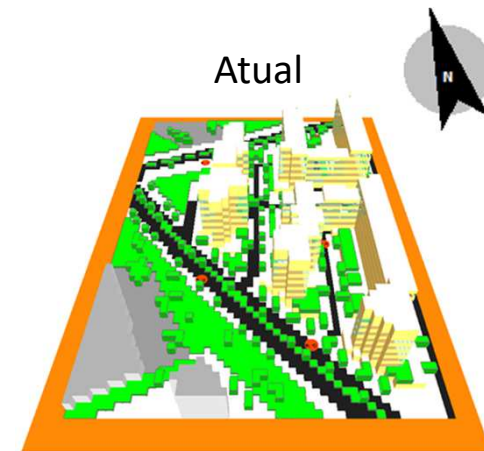
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

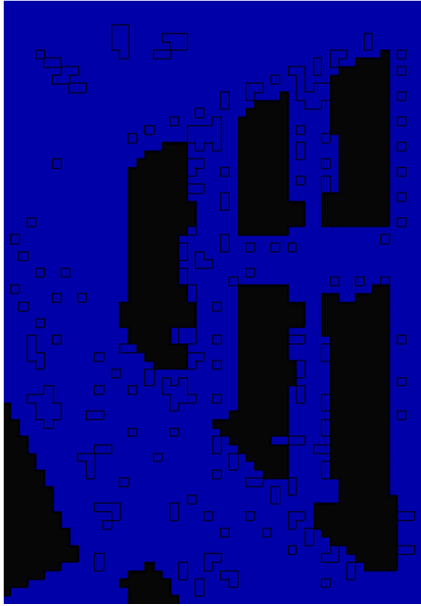


**Mín: 12°
Máx: 19°**

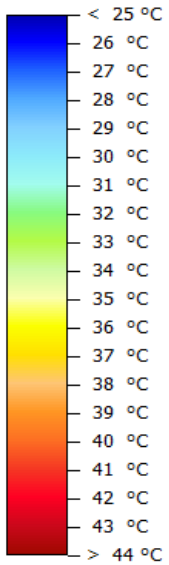
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 02h

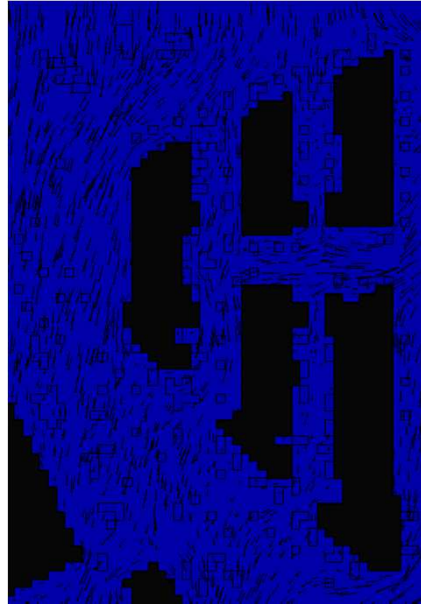




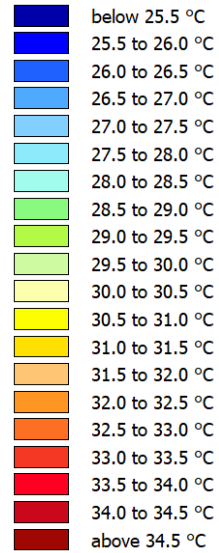
Temperatura Superfície (no solo)



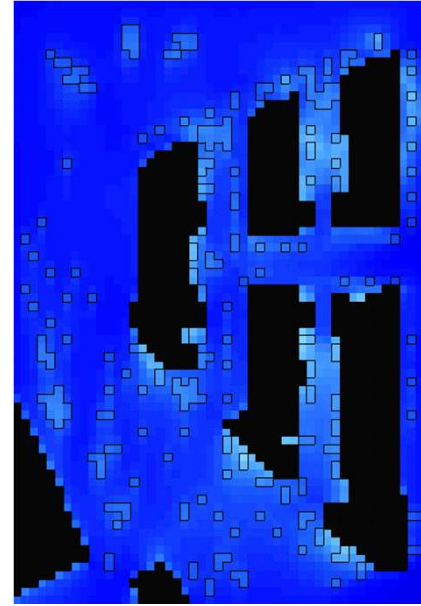
Mín: 16°
Máx: 23°



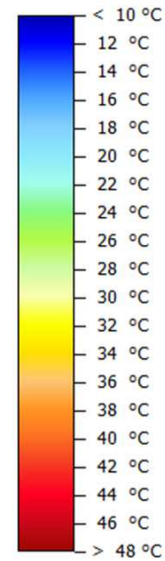
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 19°
Máx: 19°



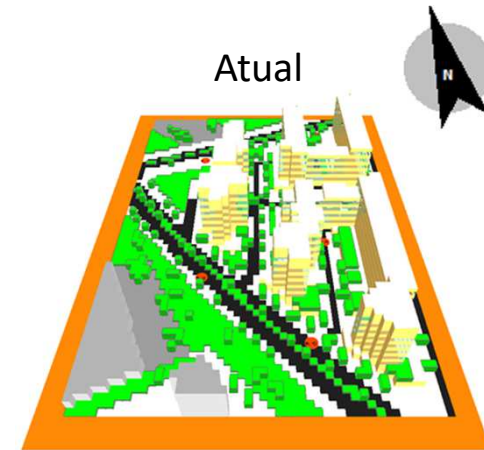
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

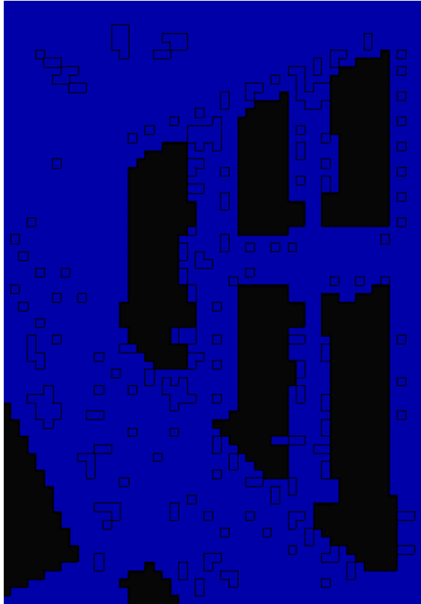


Mín: 11°
Máx: 19°

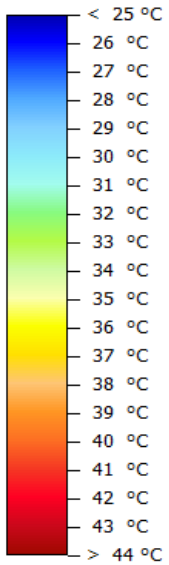
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 03h





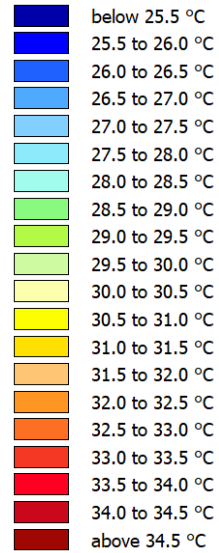
Temperatura Superfície (no solo)



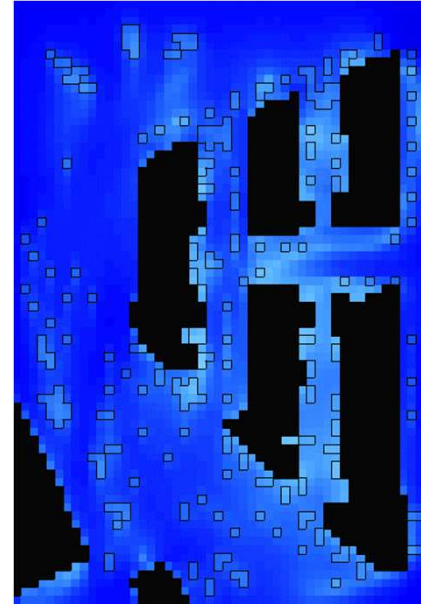
**Mín: 15°
Máx: 23°**



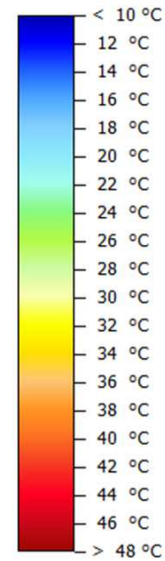
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 18°
Máx: 19°**



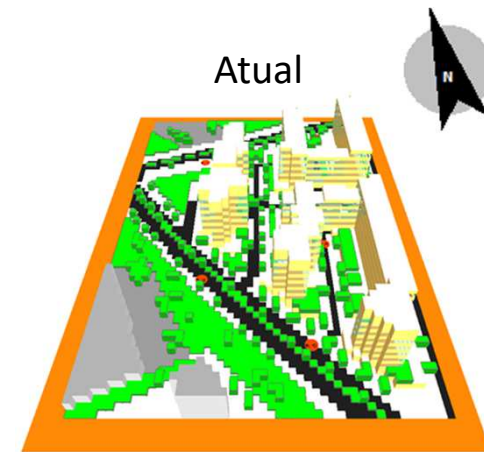
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

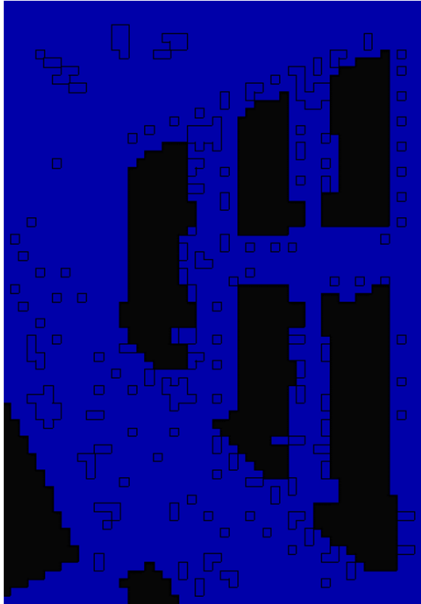


**Mín: 12°
Máx: 18°**

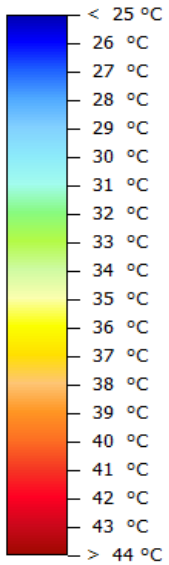
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 04h

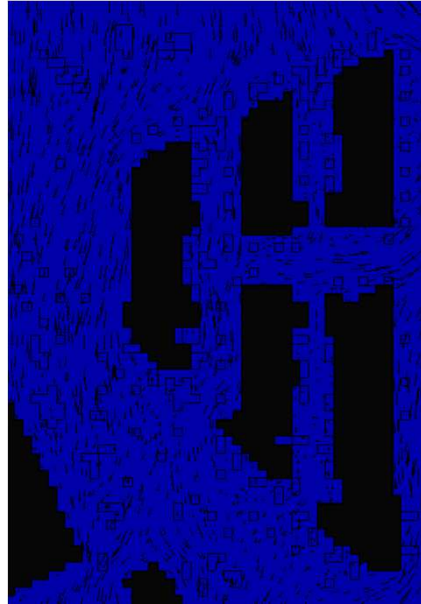




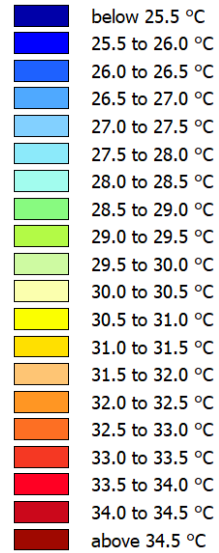
Temperatura Superfície (no solo)



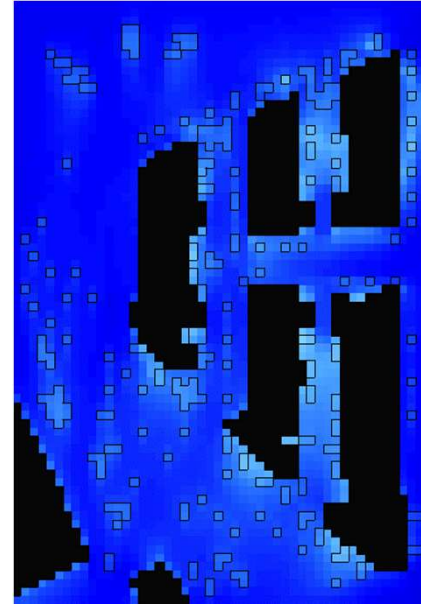
Mín: 15°
Máx: 22°



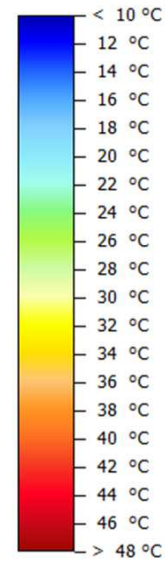
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 18°
Máx: 19°



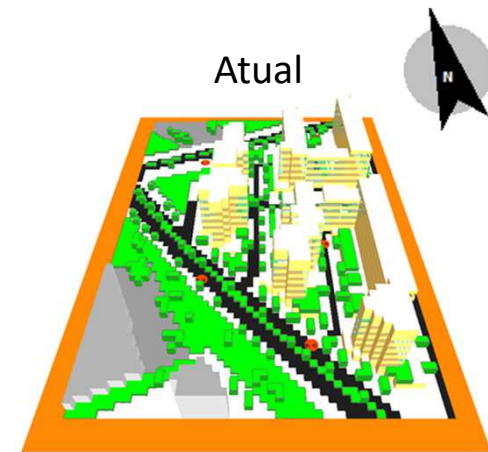
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

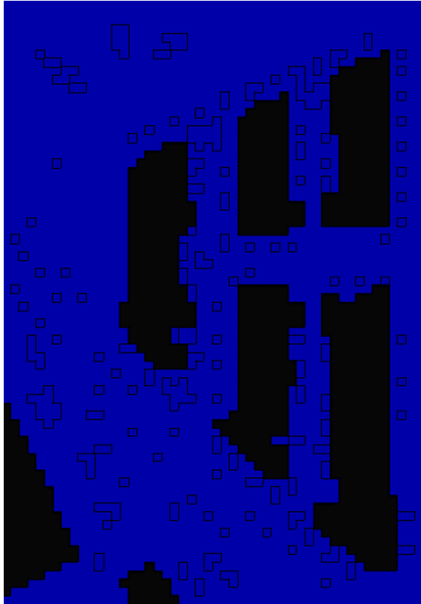


Mín: 11°
Máx: 18°

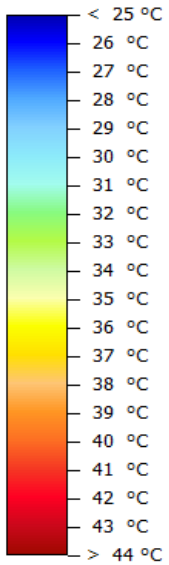
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 05h

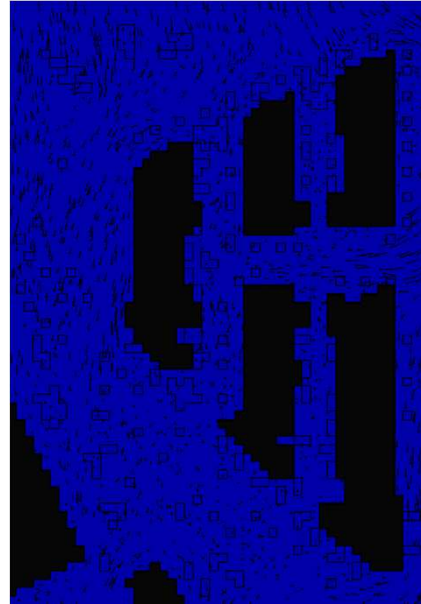




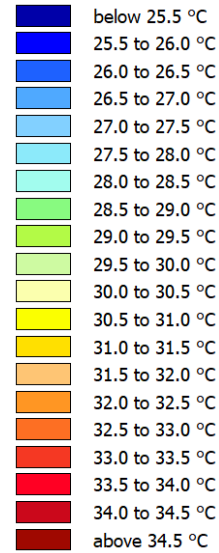
Temperatura Superfície (no solo)



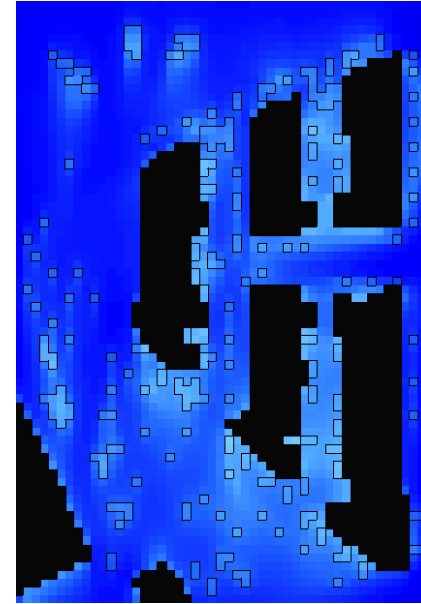
**Mín: 13°
Máx: 22°**



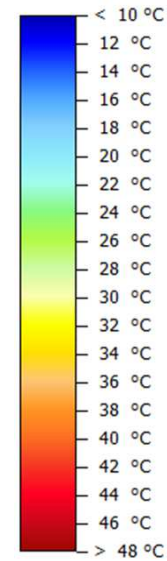
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 18°
Máx: 19°**



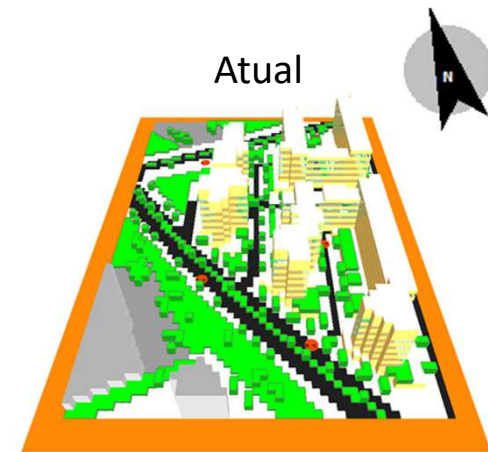
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

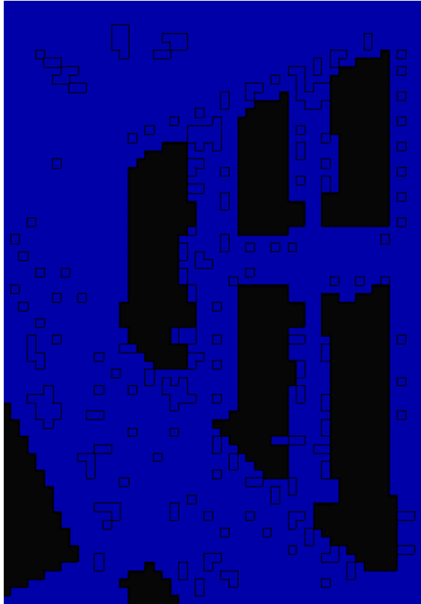


**Mín: 12°
Máx: 18°**

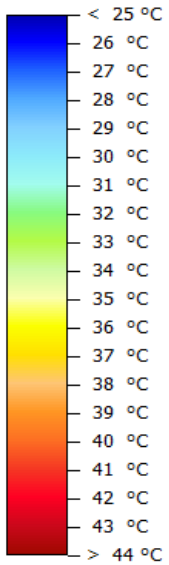
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 06h

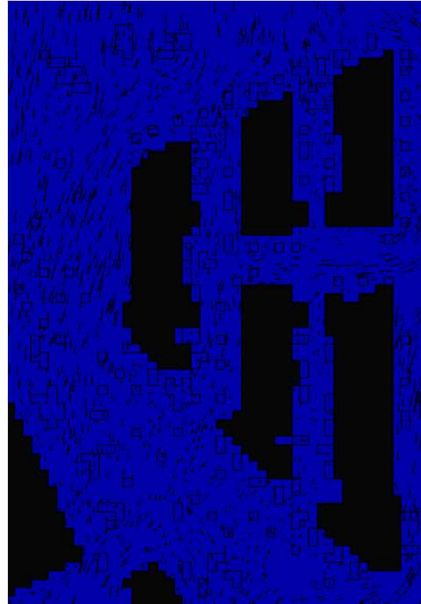




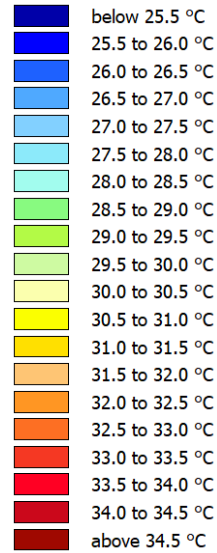
Temperatura Superfície (no solo)



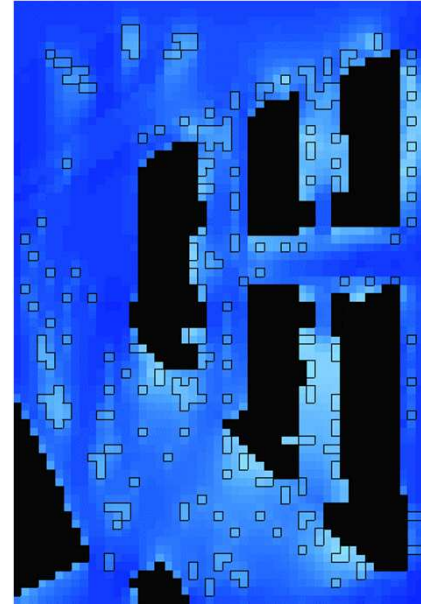
**Mín: 15°
Máx: 22°**



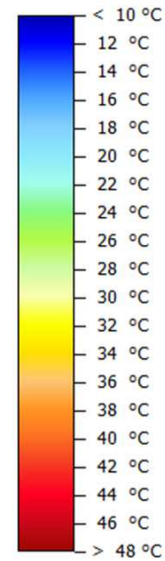
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 19°
Máx: 19°**



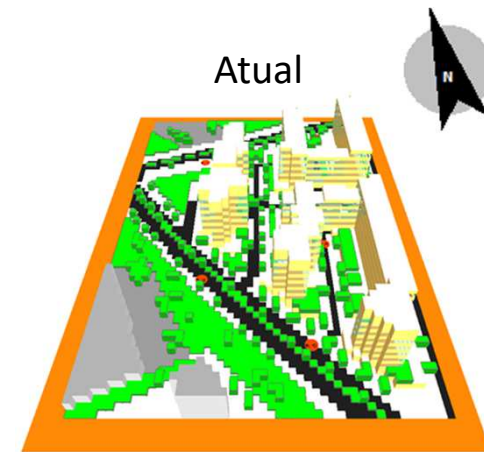
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

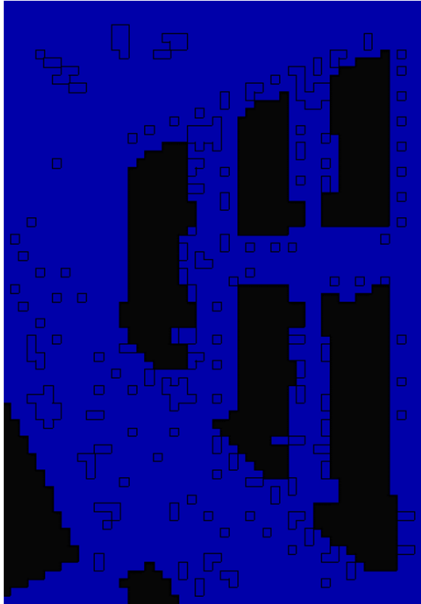


**Mín: 13°
Máx: 19°**

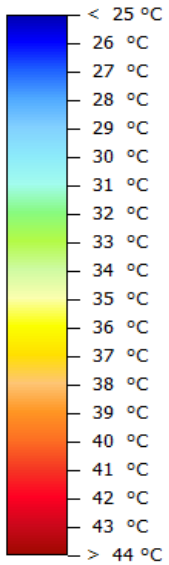
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 07h

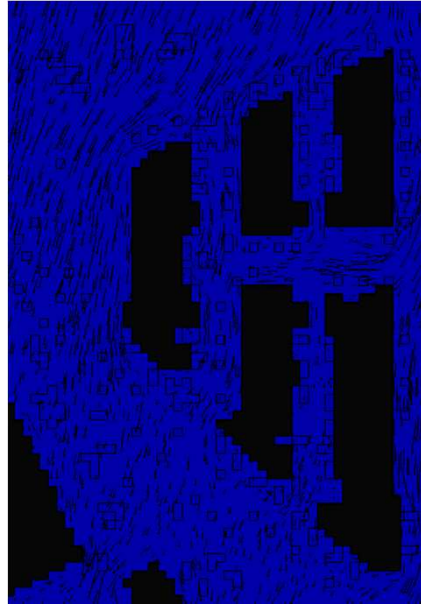




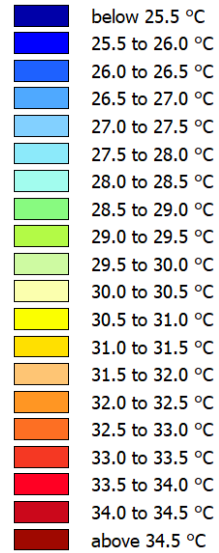
Temperatura Superfície (no solo)



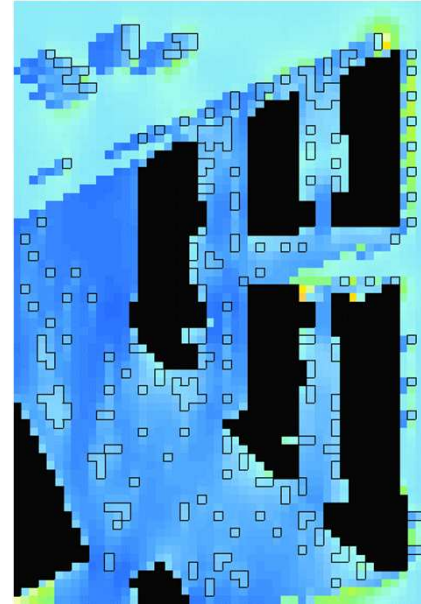
Mín: 18°
Máx: 23°



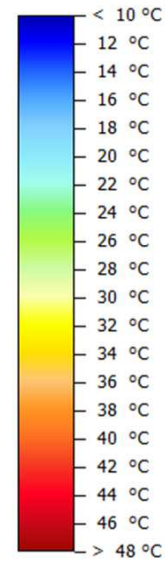
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 20°
Máx: 20°



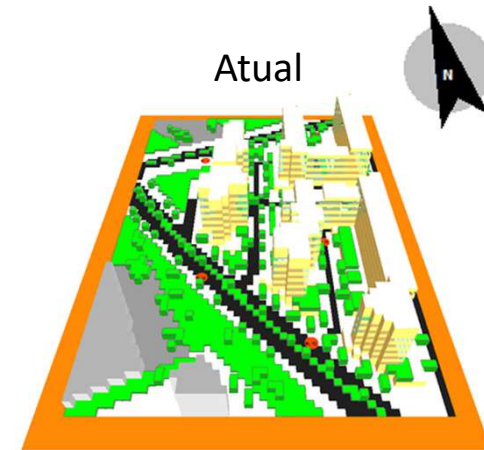
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

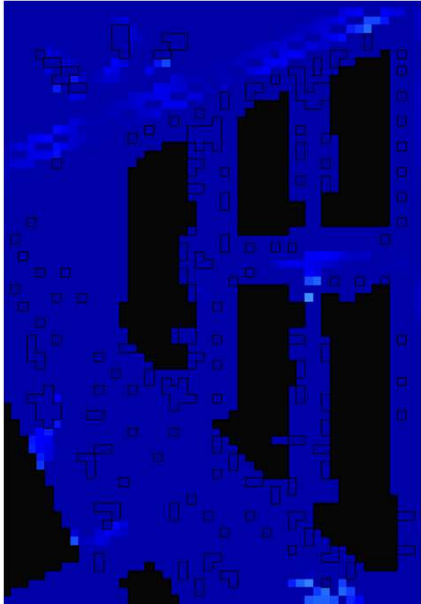


Mín: 14°
Máx: 35°

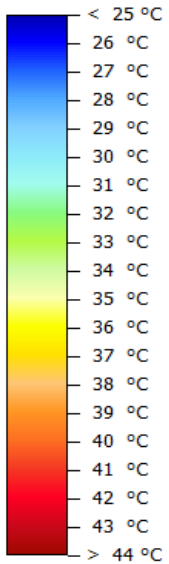
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 08h

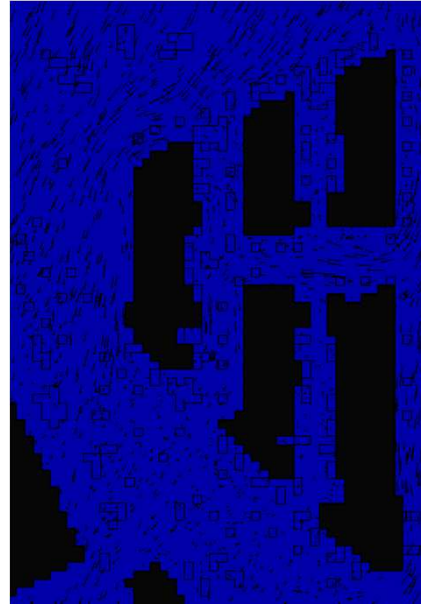




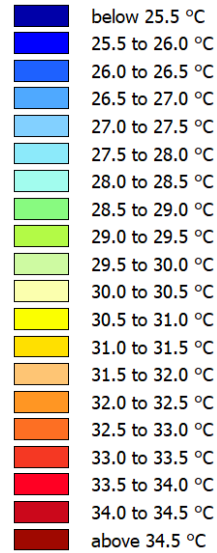
Temperatura Superfície (no solo)



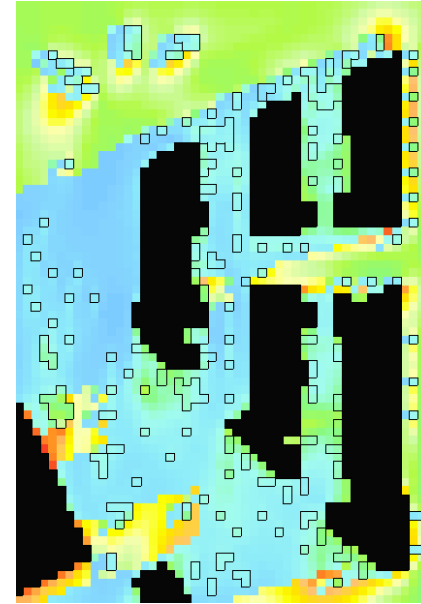
**Mín: 20°
Máx: 28°**



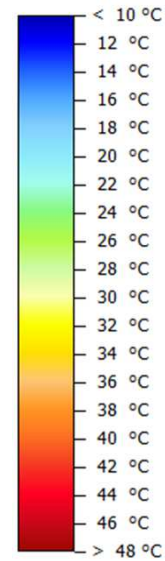
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 21°
Máx: 22°**



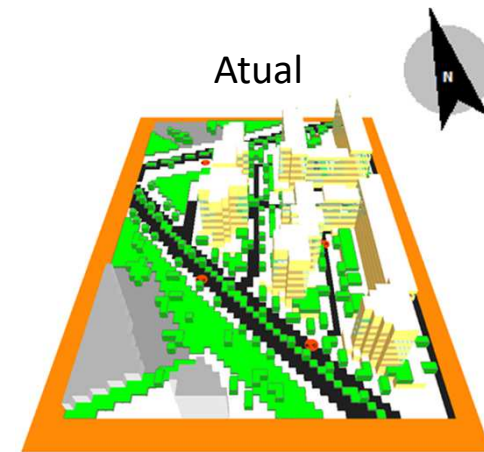
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

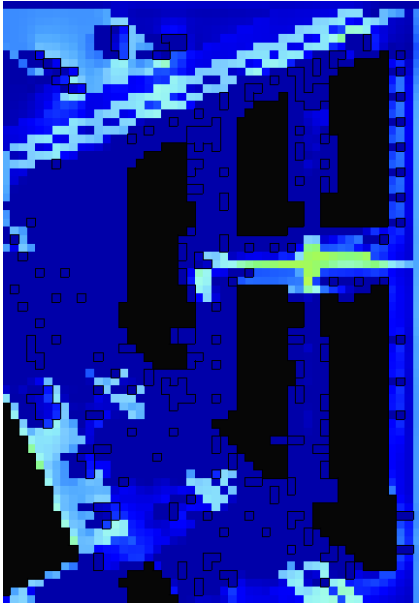


**Mín: 18°
Máx: 42°**

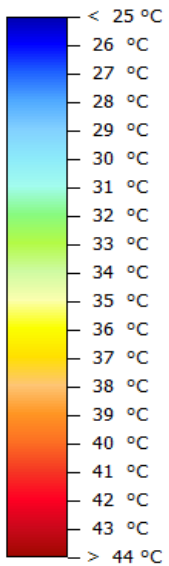
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 09h

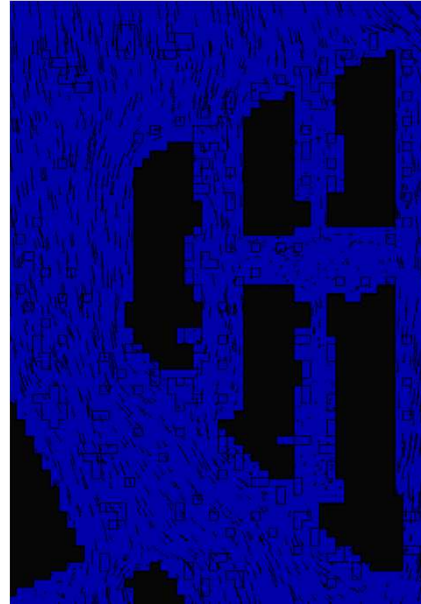




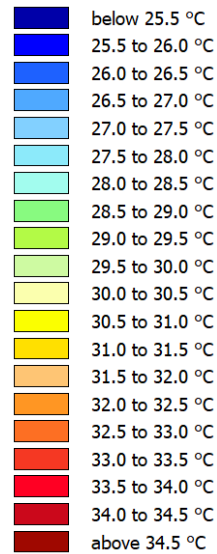
Temperatura Superfície (no solo)



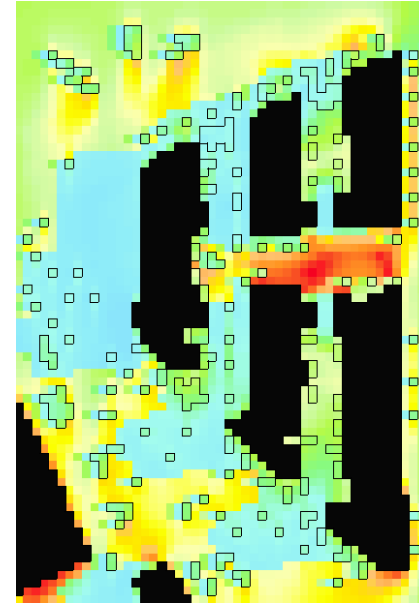
Mín: 21°
Máx: 33°



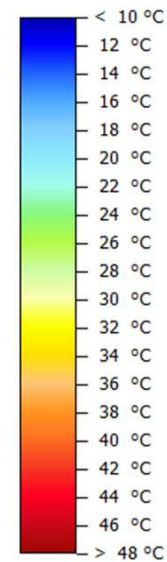
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 23°
Máx: 24°



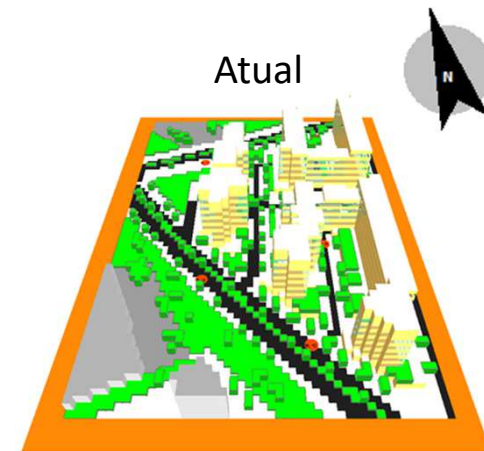
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

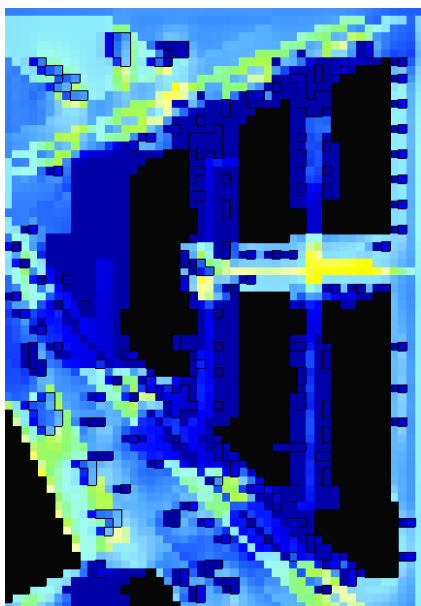


Mín: 20°
Máx: 44°

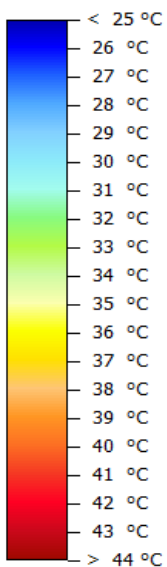
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 10h

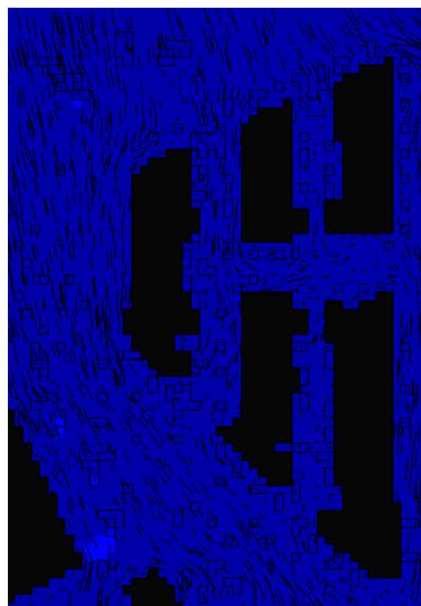




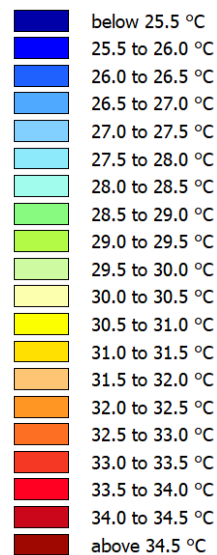
Temperatura Superfície (no solo)



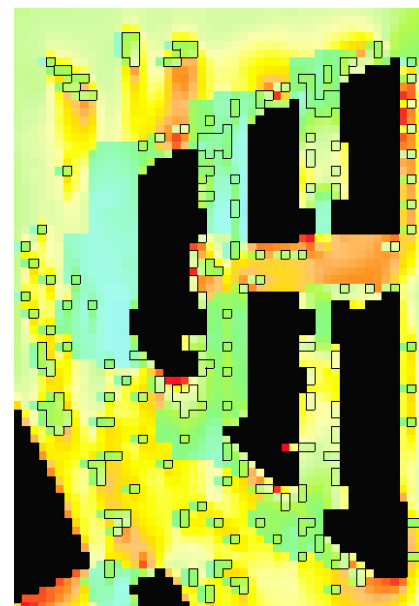
Mín: 22°
Máx: 36°



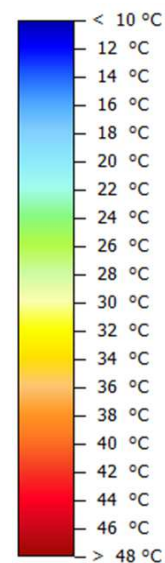
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 24°
Máx: 26°



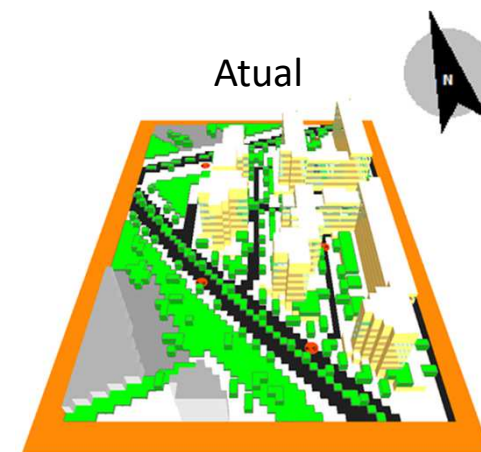
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

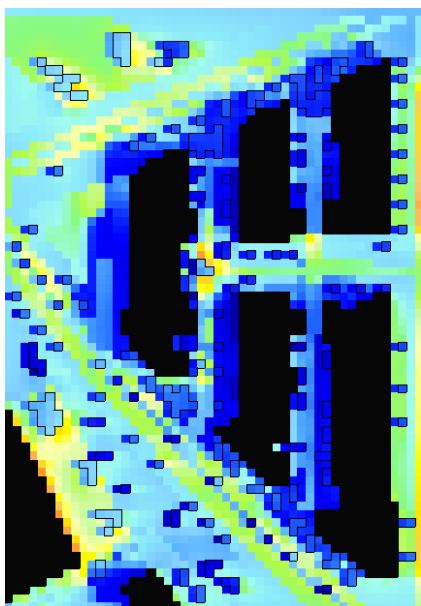


Mín: 21°
Máx: 44°

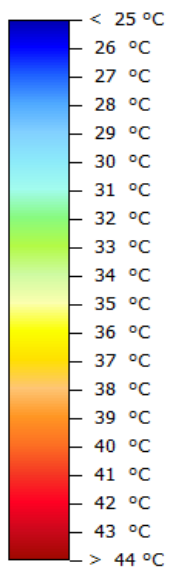
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 11h

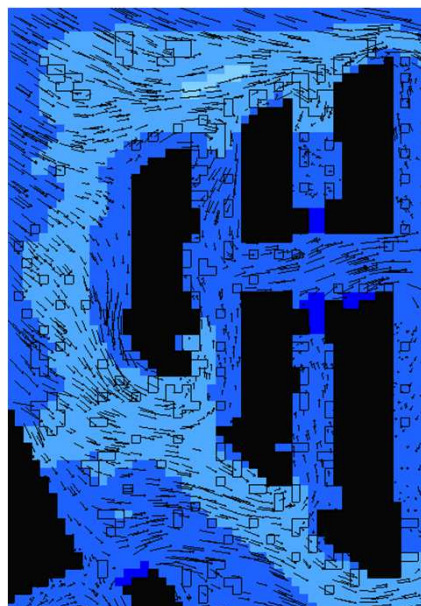




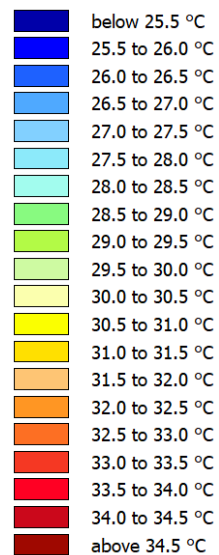
Temperatura Superfície (no solo)



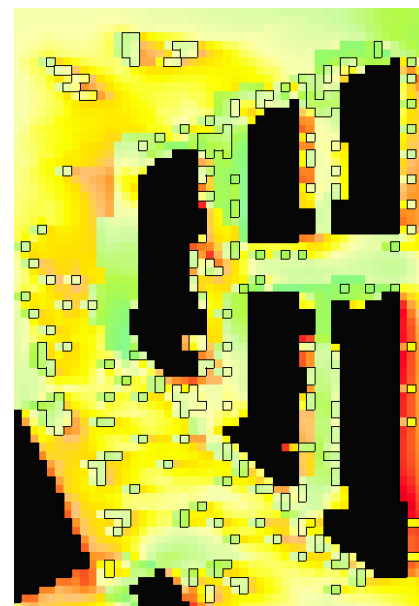
Mín: 22°
Máx: 39°



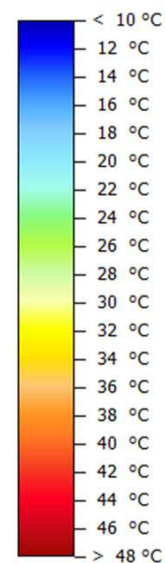
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 26°
Máx: 27°



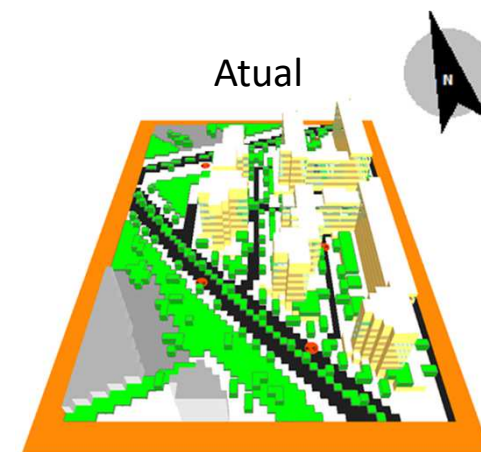
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

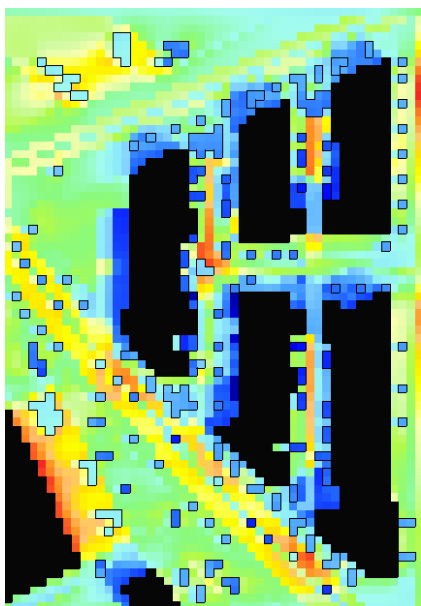


Mín: 23°
Máx: 45°

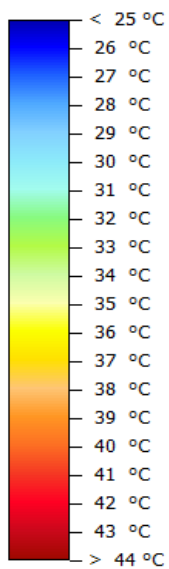
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 12h

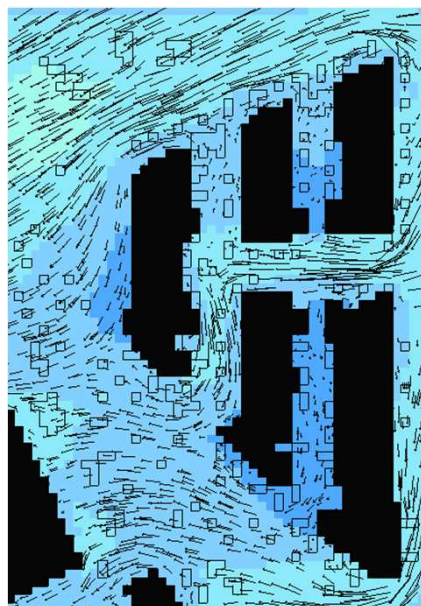




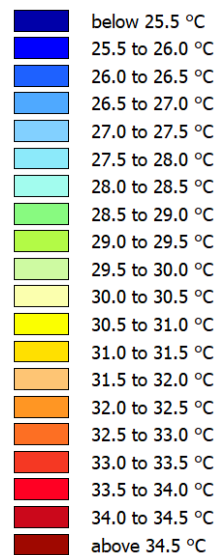
Temperatura Superfície (no solo)



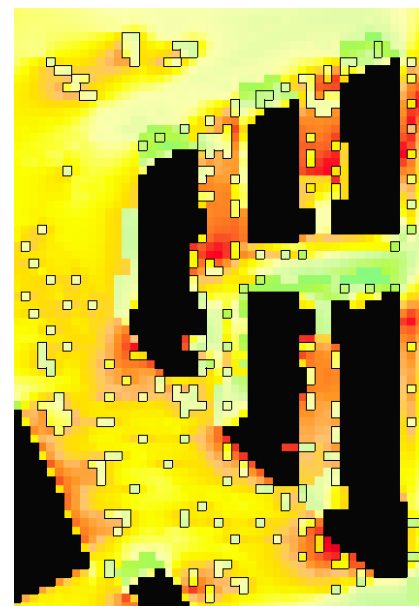
Mín: 22°
Máx: 41°



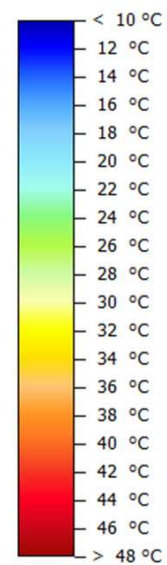
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 27°
Máx: 28°



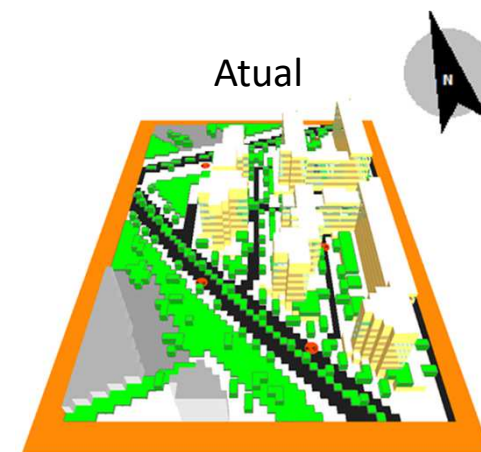
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

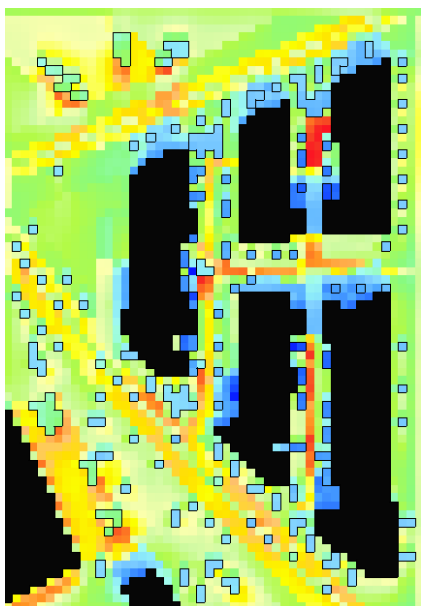


Mín: 24°
Máx: 45°

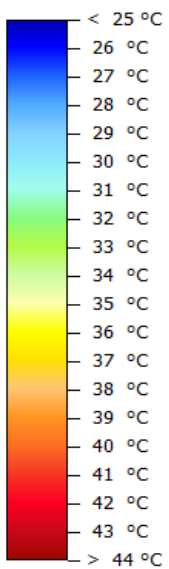
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 13h

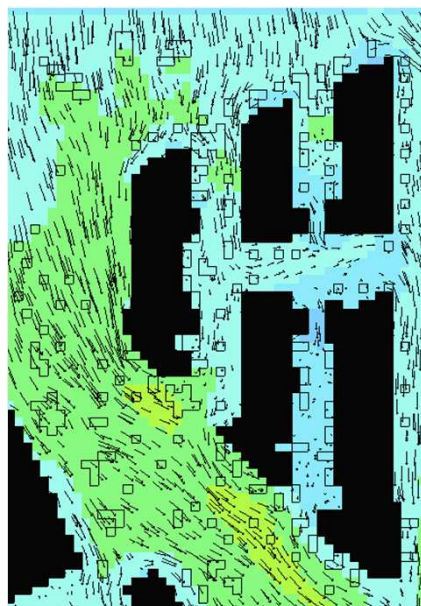




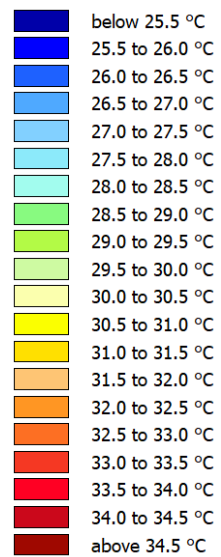
Temperatura Superfície (no solo)



Mín: 26°
Máx: 42°



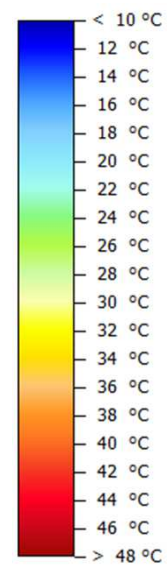
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 27°
Máx: 29°



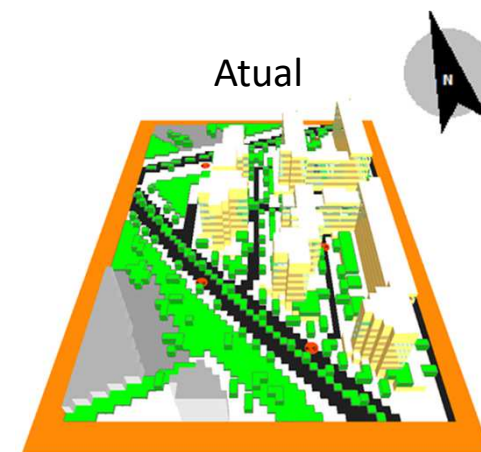
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

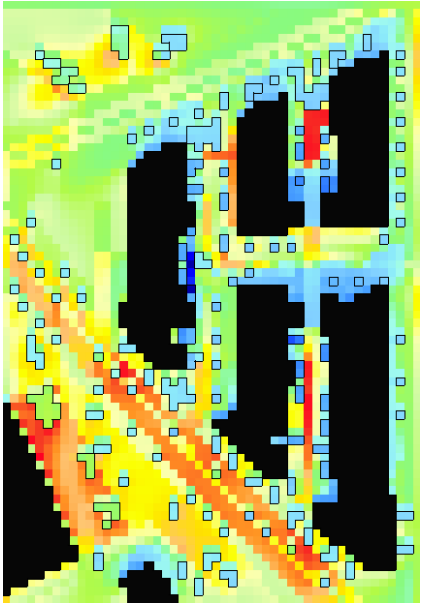


Mín: 26°
Máx: 44°

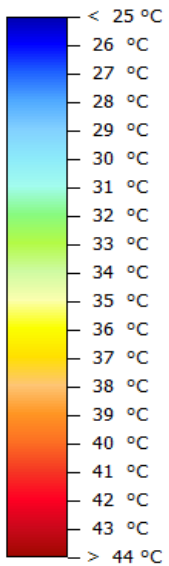
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 14h





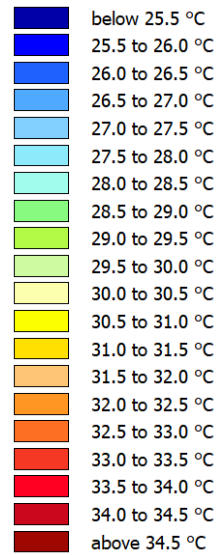
Temperatura Superfície (no solo)



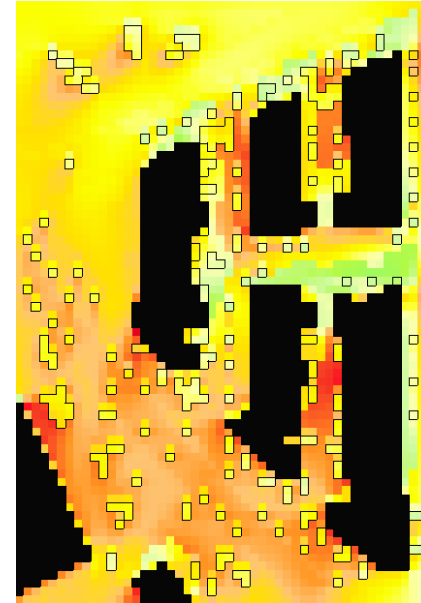
Mín: 23°
Máx: 42°



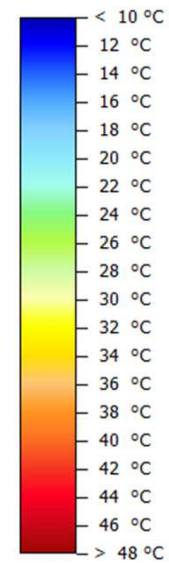
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 28°
Máx: 29°



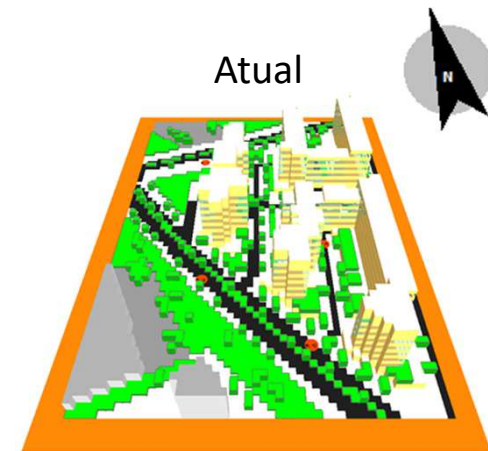
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

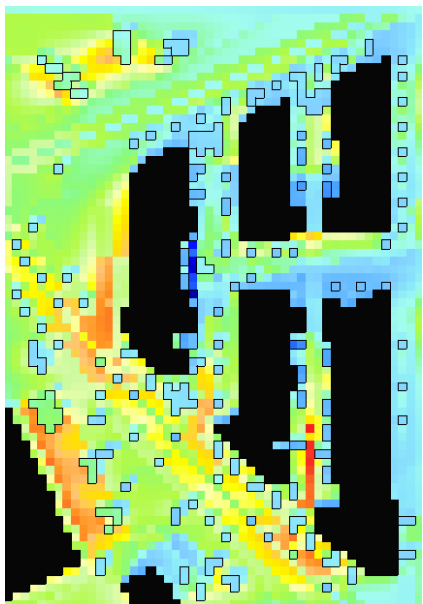


Mín: 25°
Máx: 45°

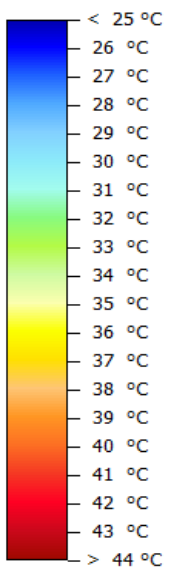
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 15h





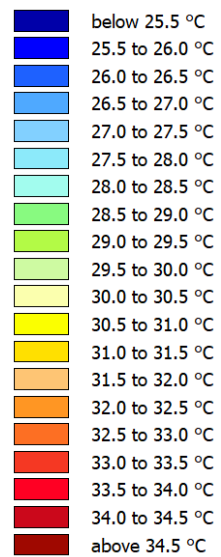
Temperatura Superfície (no solo)



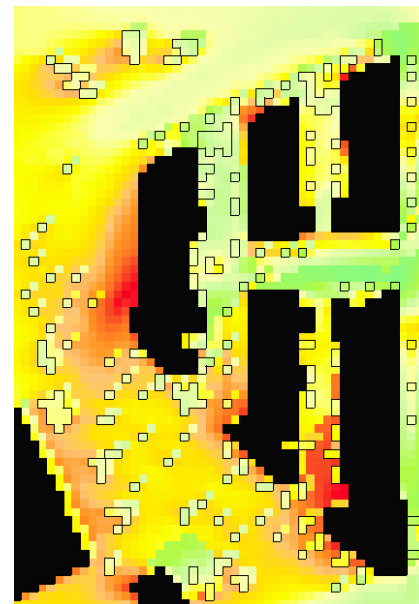
**Mín: 23°
Máx: 41°**



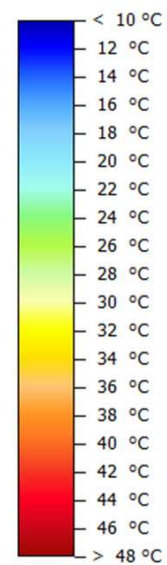
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 28°
Máx: 29°**



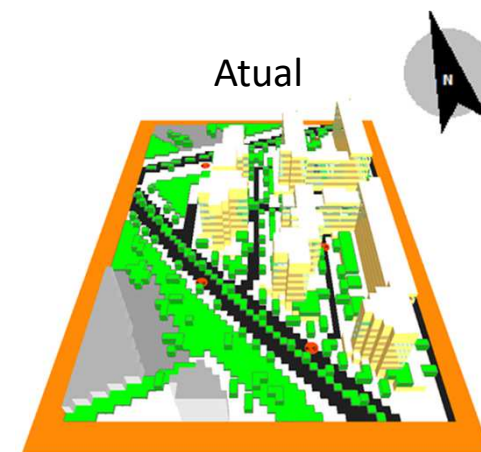
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

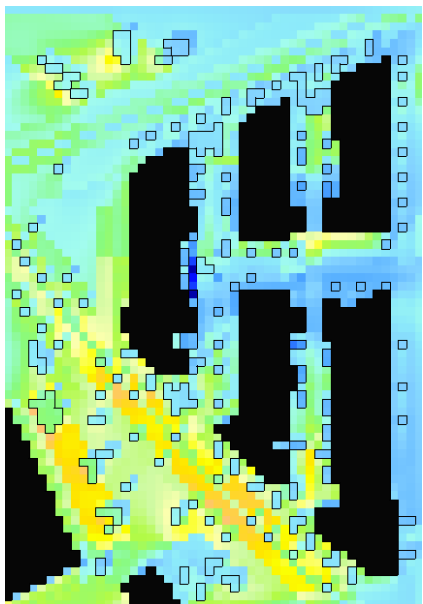


**Mín: 24°
Máx: 45°**

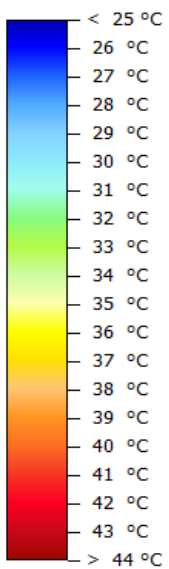
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 16h

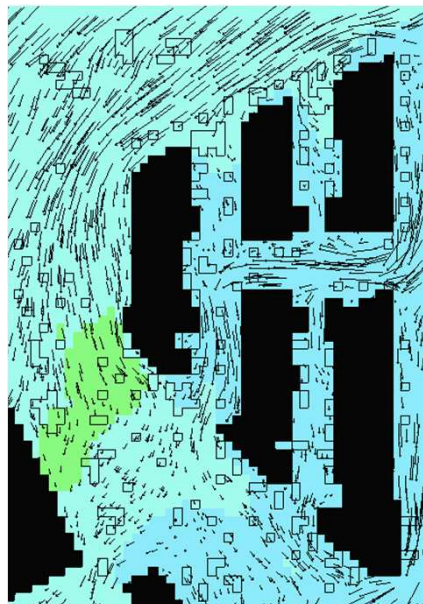




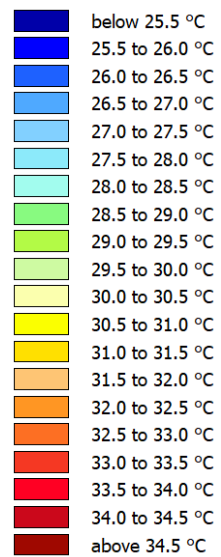
Temperatura Superfície (no solo)



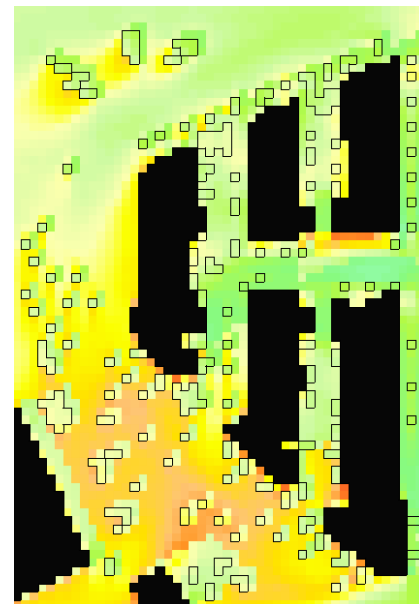
Mín: 23°
Máx: 38°



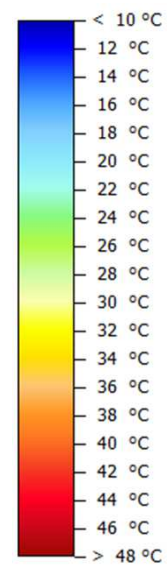
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 28°
Máx: 29°



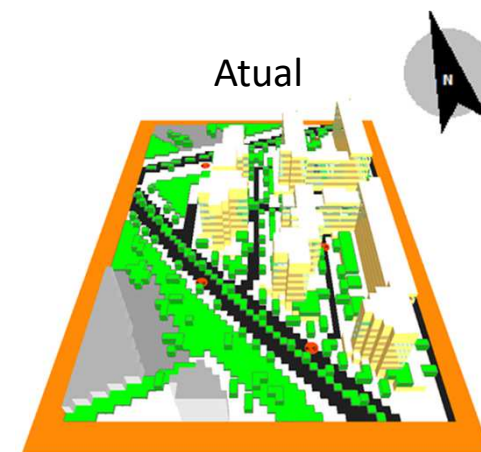
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

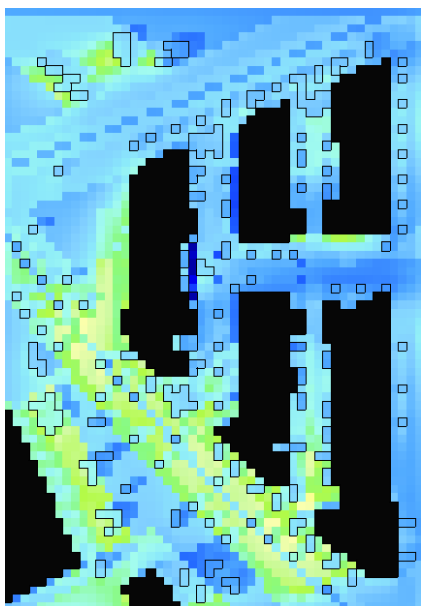


Mín: 23°
Máx: 40°

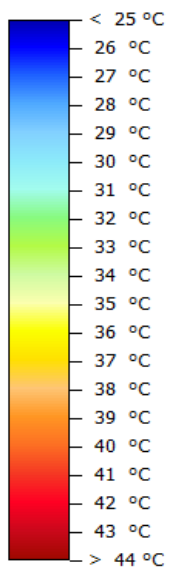
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 17h

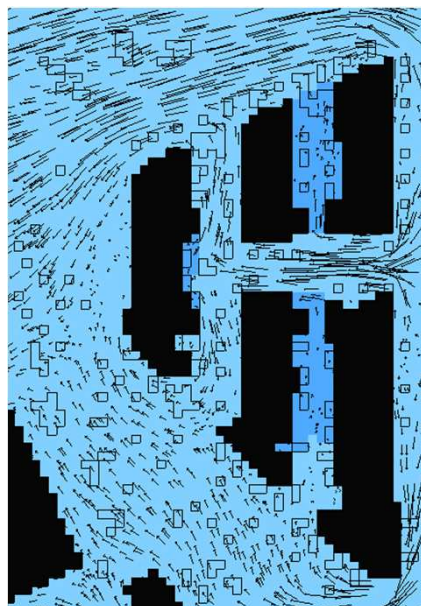




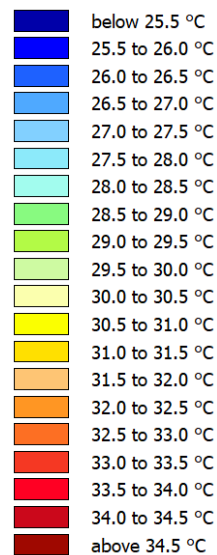
Temperatura Superfície (no solo)



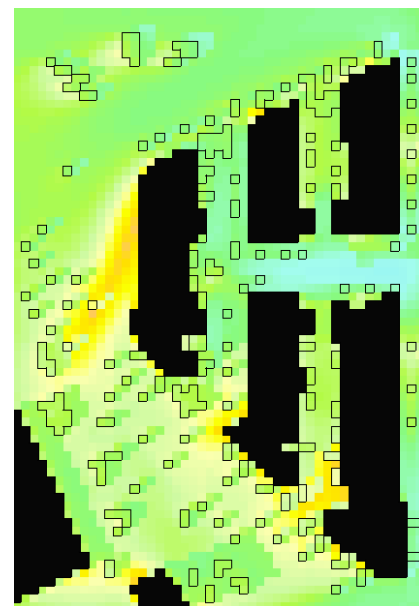
Mín: 23°
Máx: 35°



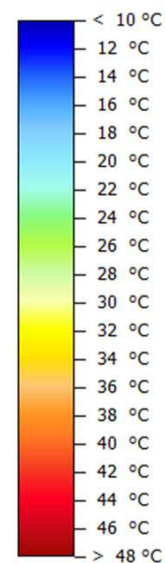
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 27°
Máx: 27°



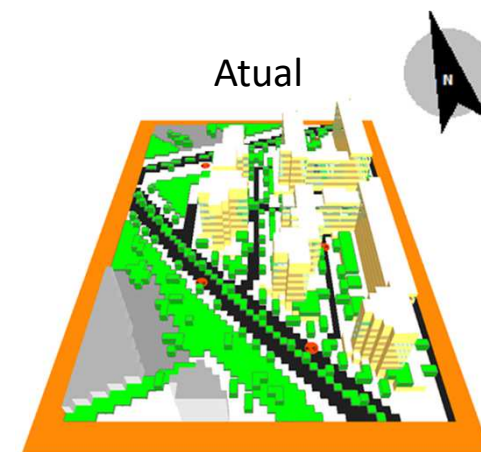
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

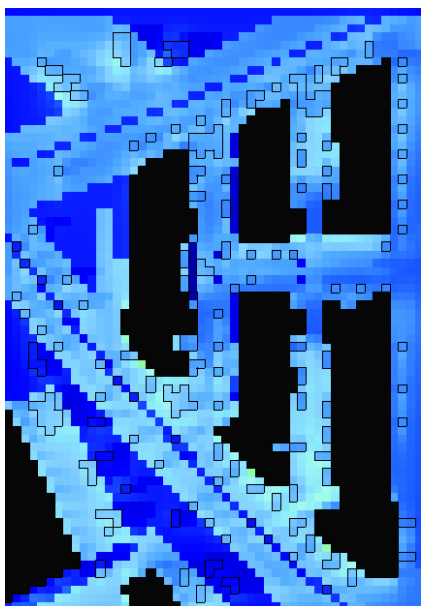


Mín: 21°
Máx: 36°

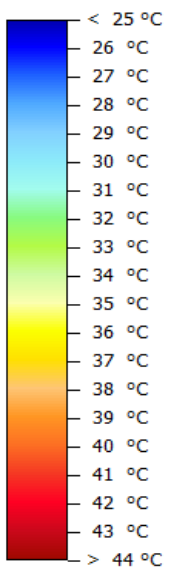
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 18h

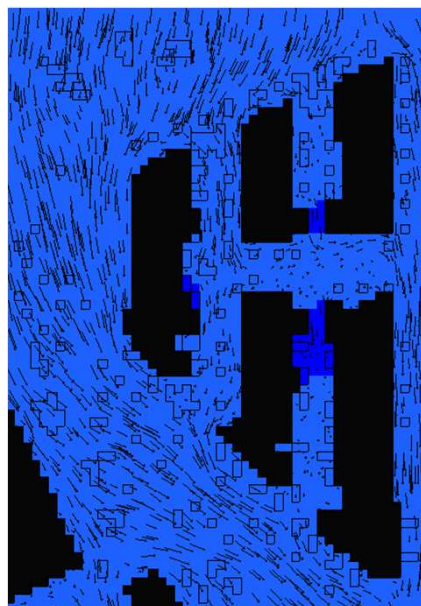




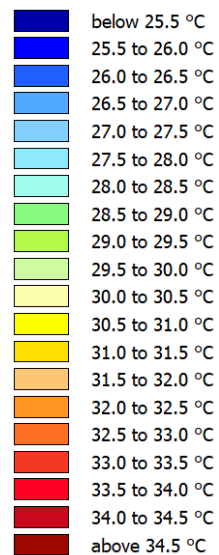
Temperatura Superfície (no solo)



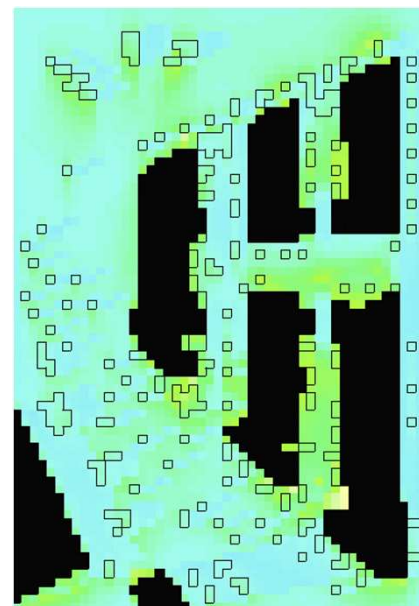
Mín: 23°
Máx: 32°



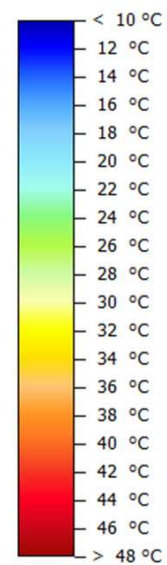
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 26°
Máx: 26°



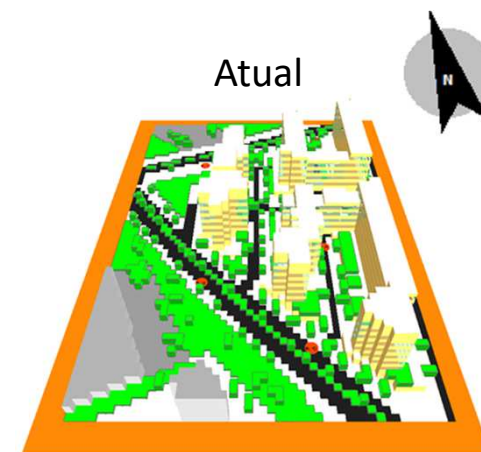
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

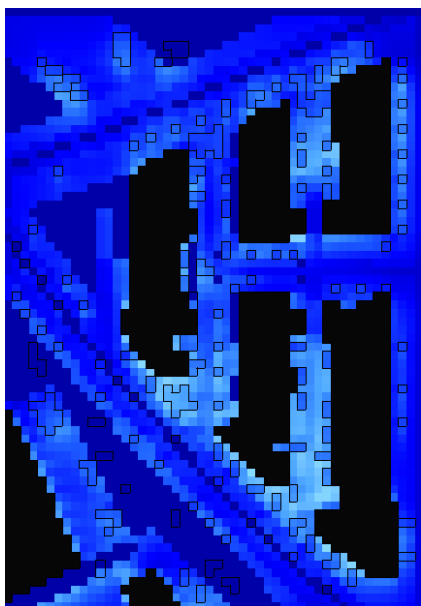


Mín: 21°
Máx: 30°

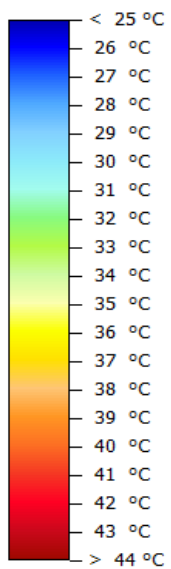
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 19h

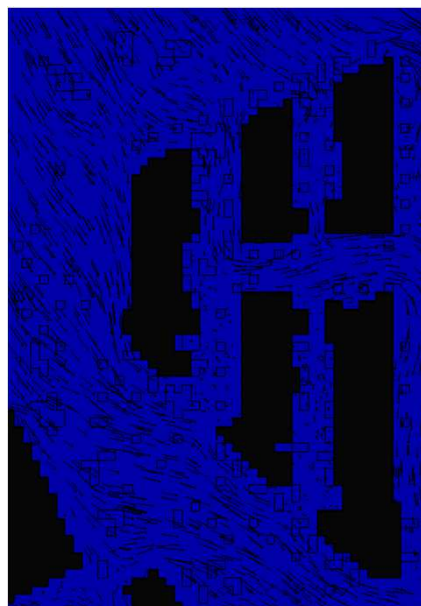




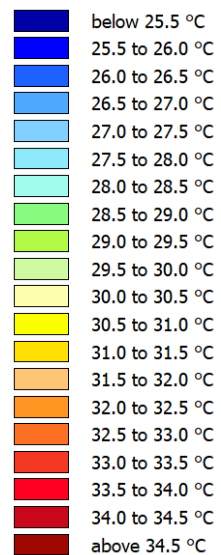
Temperatura Superfície (no solo)



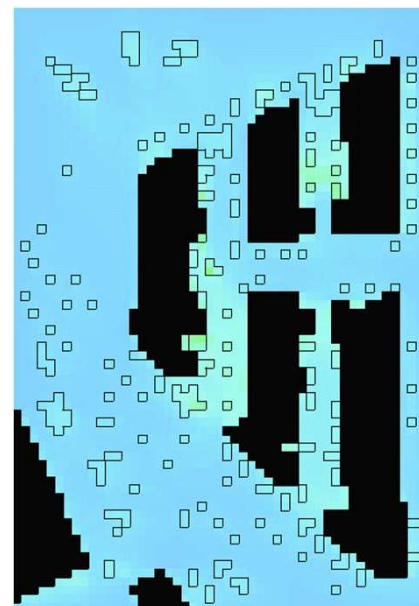
Mín: 22°
Máx: 29°



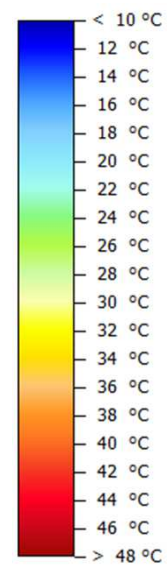
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 25°
Máx: 25°



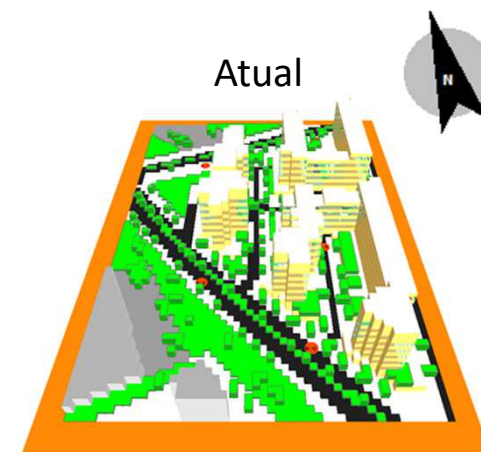
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

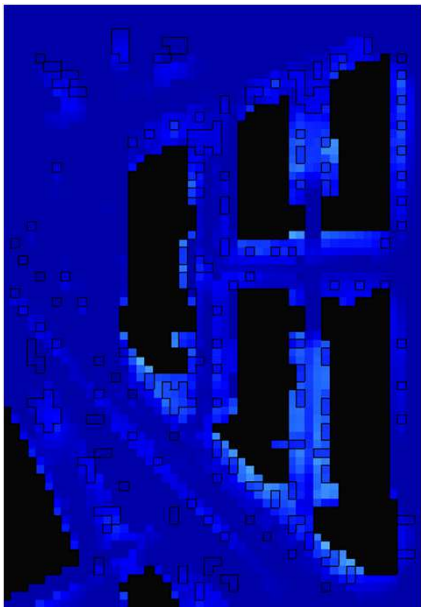


Mín: 18°
Máx: 24°

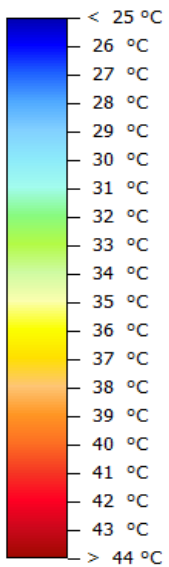
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 20h

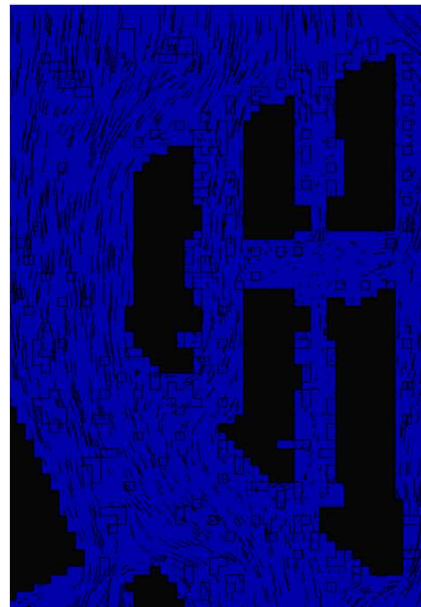




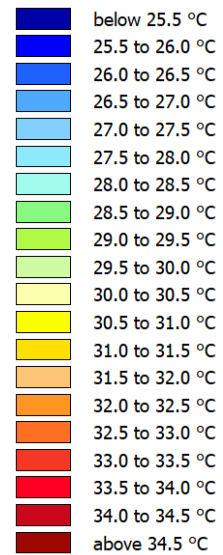
Temperatura Superfície (no solo)



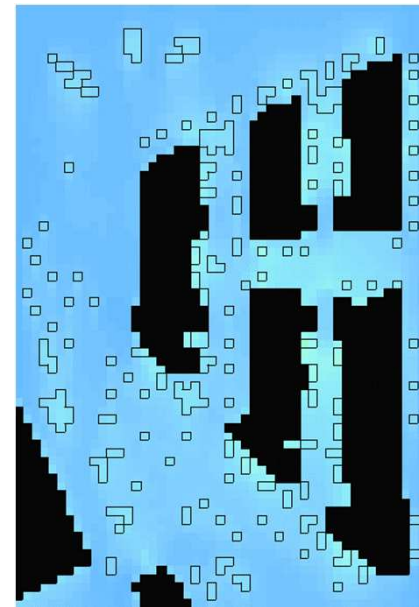
Mín: 21°
Máx: 28°



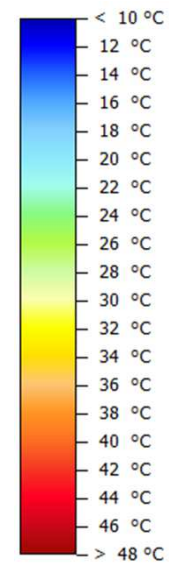
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 24°
Máx: 24°



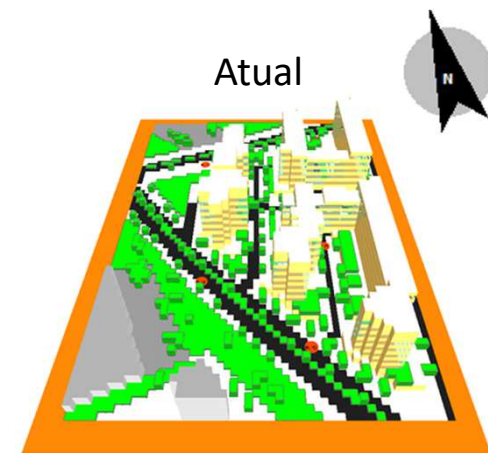
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

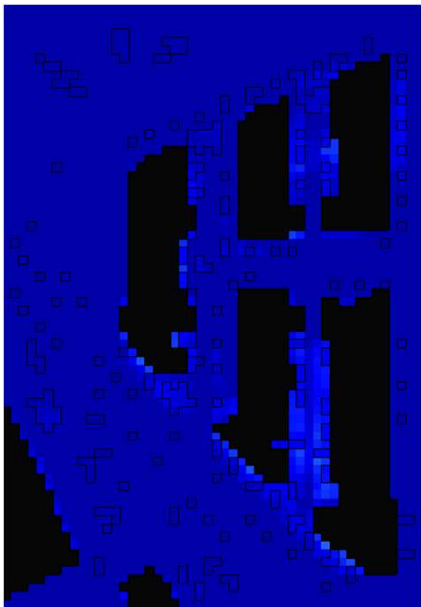


Mín: 17°
Máx: 23°

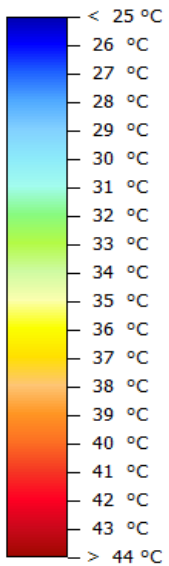
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 21h

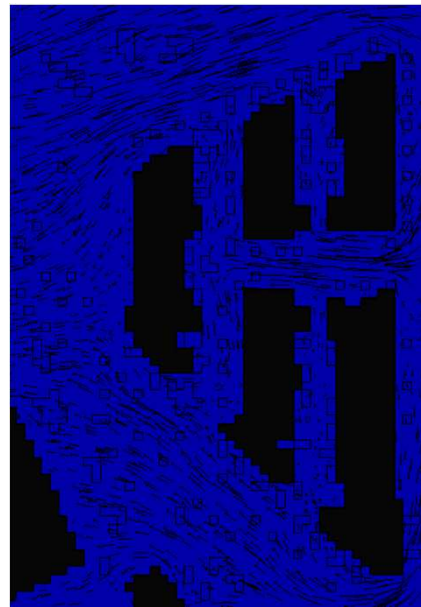




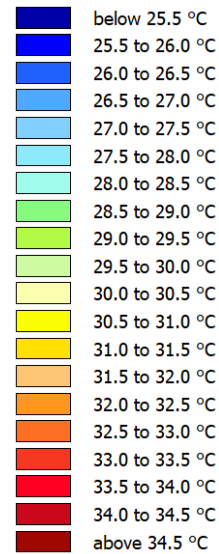
Temperatura Superfície (no solo)



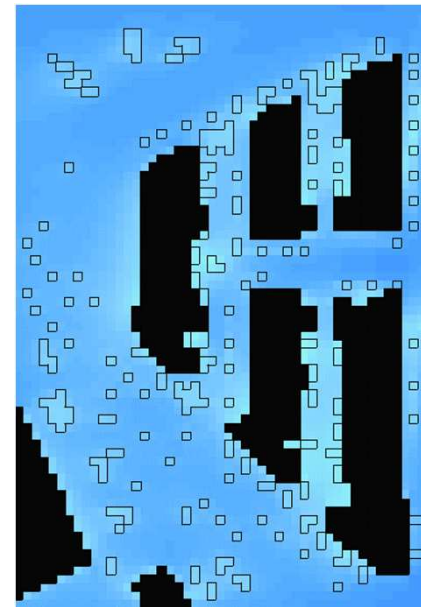
**Mín: 20°
Máx: 27°**



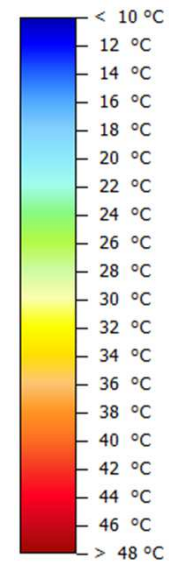
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 23°
Máx: 23°**



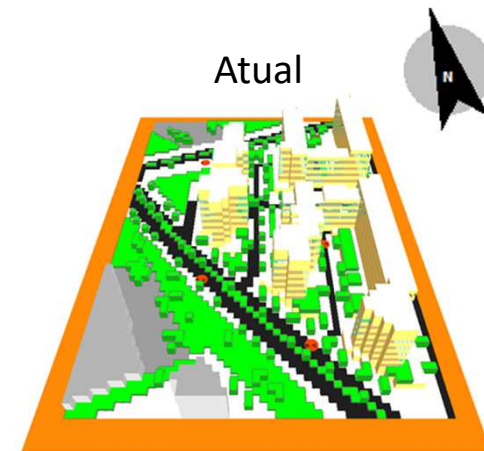
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

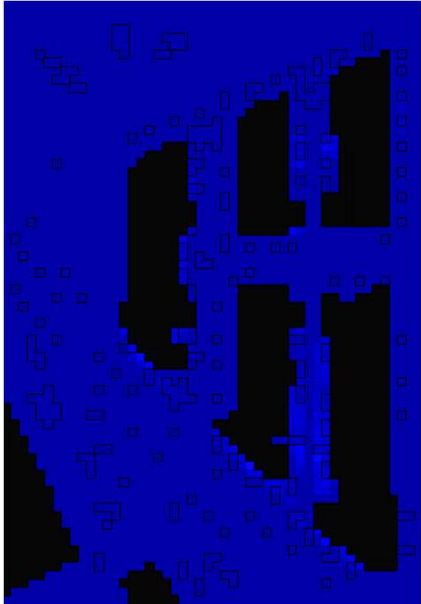


**Mín: 16°
Máx: 21°**

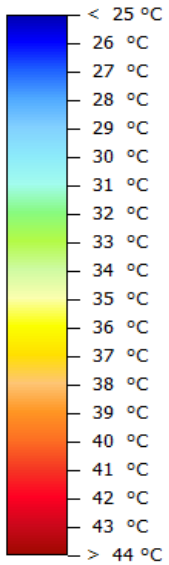
Dia: Verão típico (12/08)

Hora: 22h

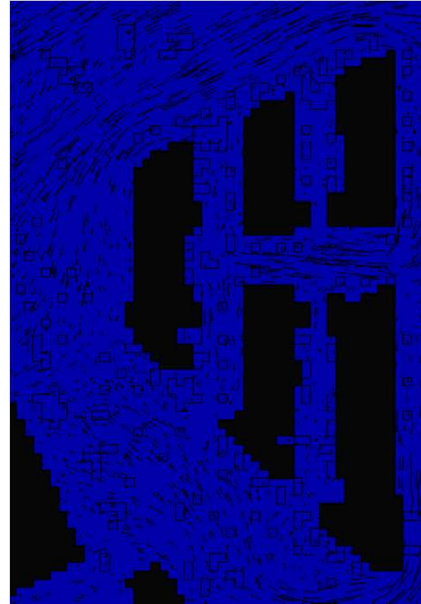




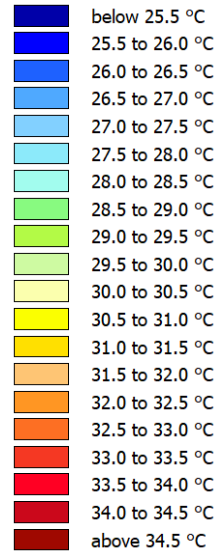
Temperatura Superfície (no solo)



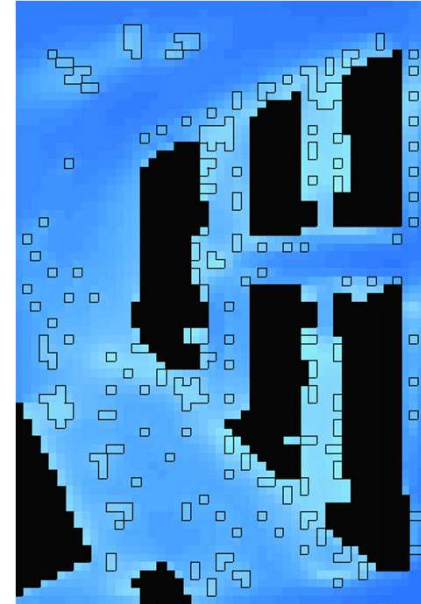
**Mín: 19°
Máx: 26°**



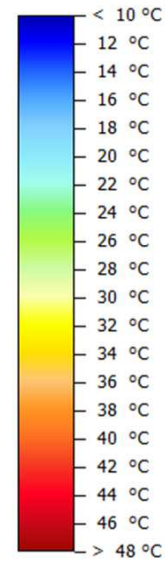
Temperatura Ar (a 1.5m)



**Mín: 21°
Máx: 22°**



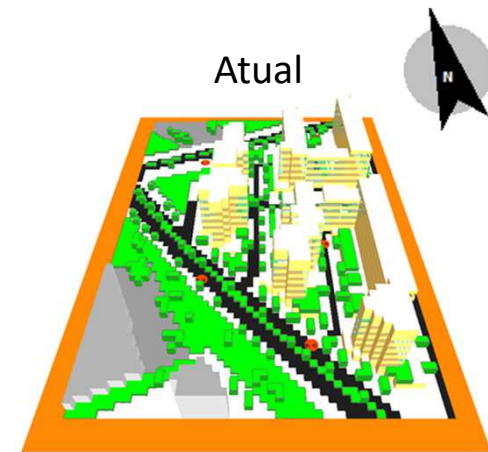
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



**Mín: 14°
Máx: 21°**

Dia: Verão típico (12/08)

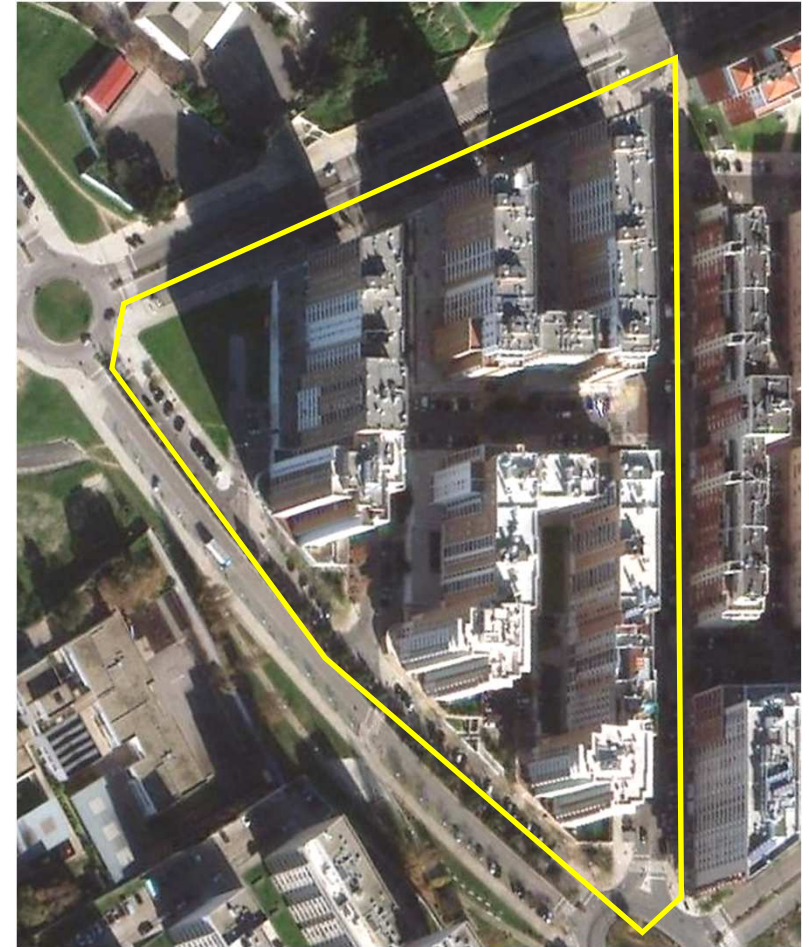
Hora: 23h

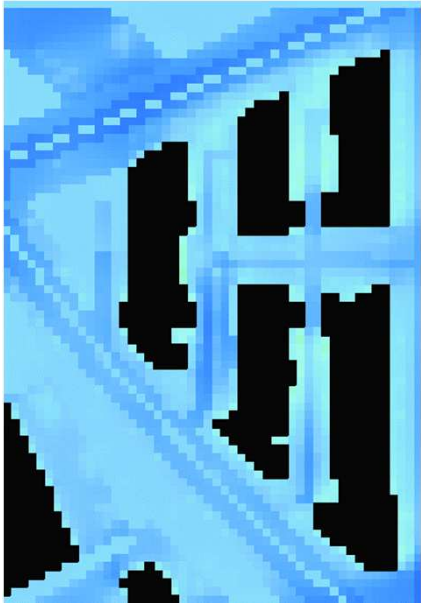


Zona – Alta de Lisboa

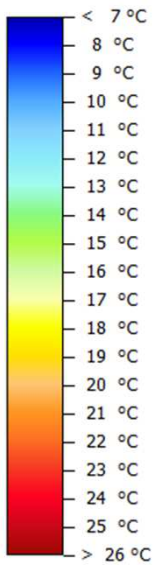
Simulação microclima:
Clima atual

Inverno Típico

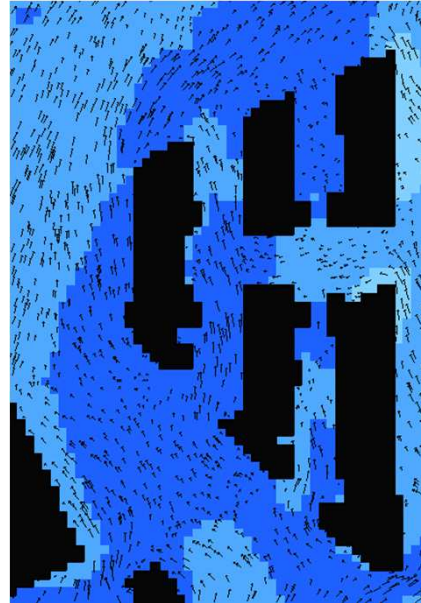




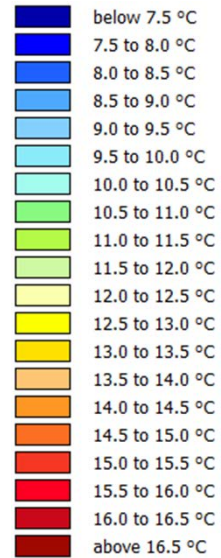
Temperatura Superfície (no solo)



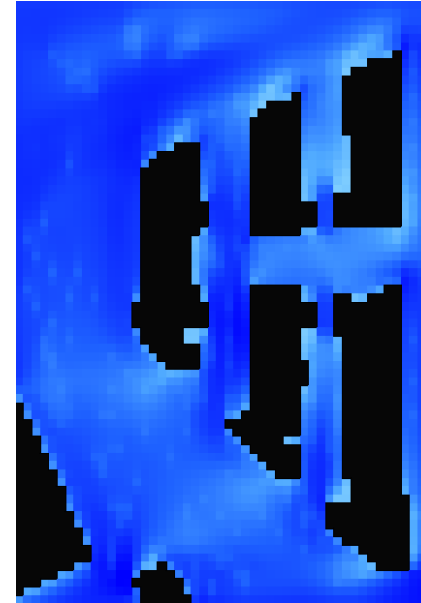
Mín: 9°
Máx: 13°



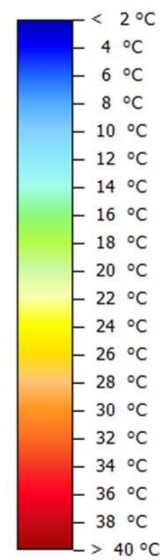
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



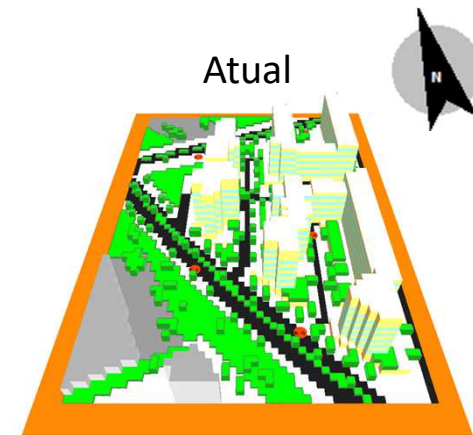
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

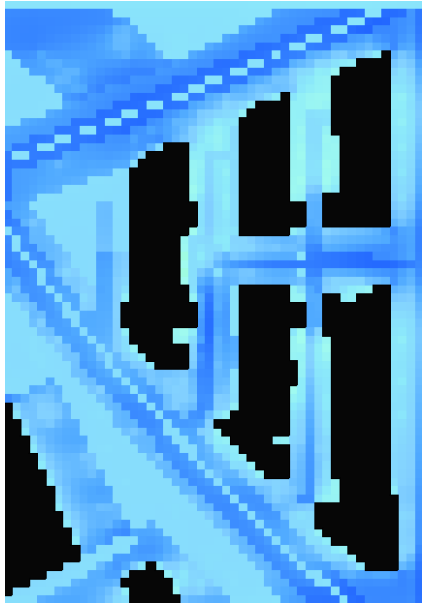


Mín: 4°
Máx: 10°

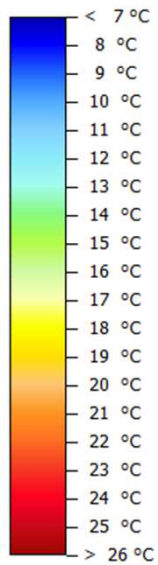
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 01h

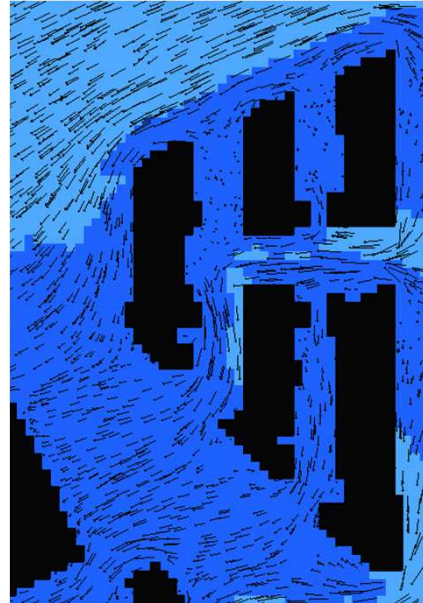




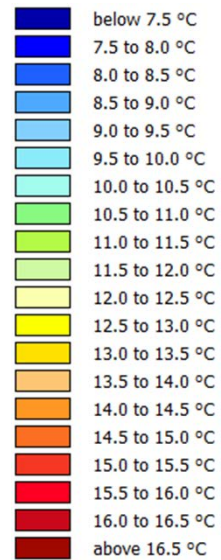
Temperatura Superfície (no solo)



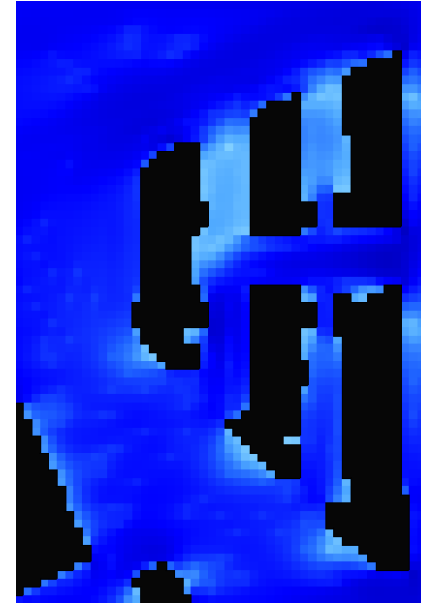
Mín: 9°
Máx: 13°



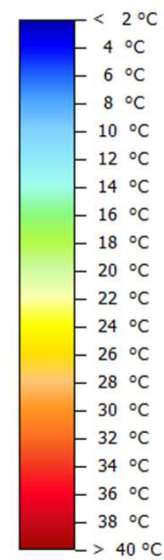
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



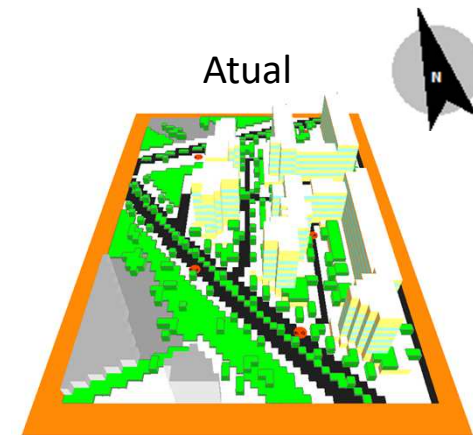
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

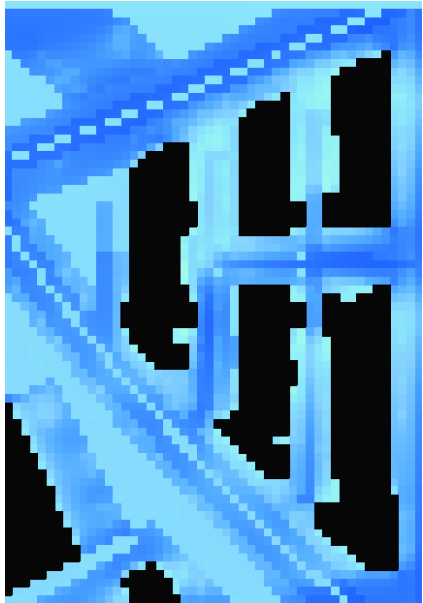


Mín: 3°
Máx: 10°

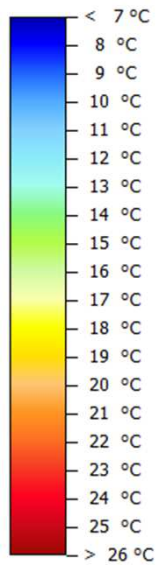
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 02h

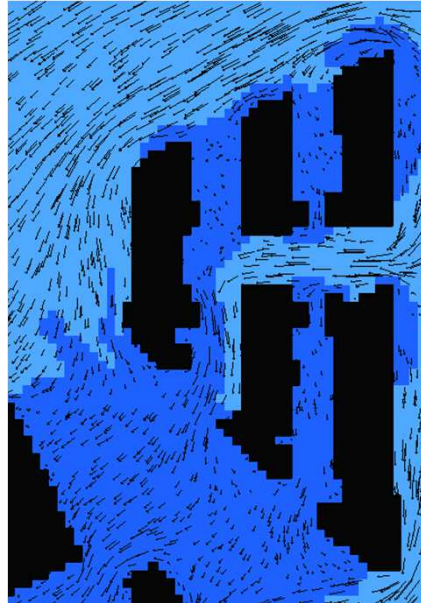




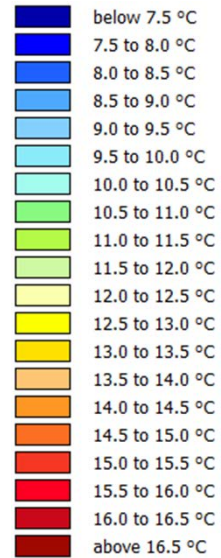
Temperatura Superfície (no solo)



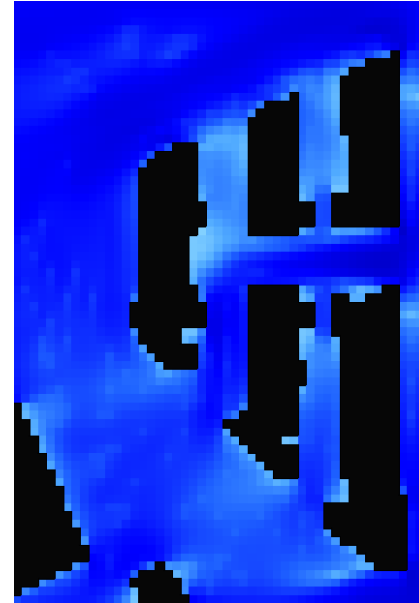
Mín: 9°
Máx: 13°



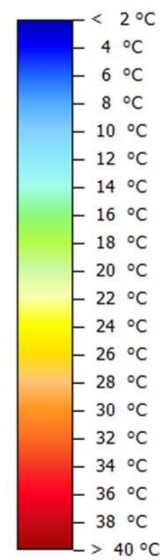
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



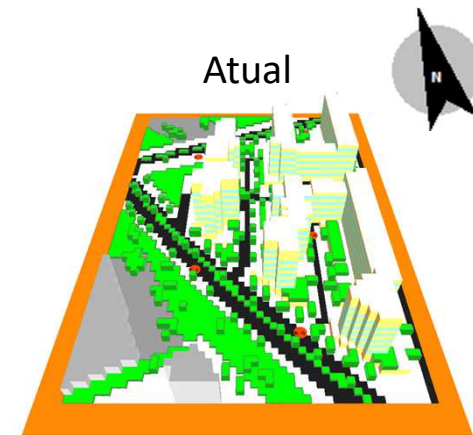
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

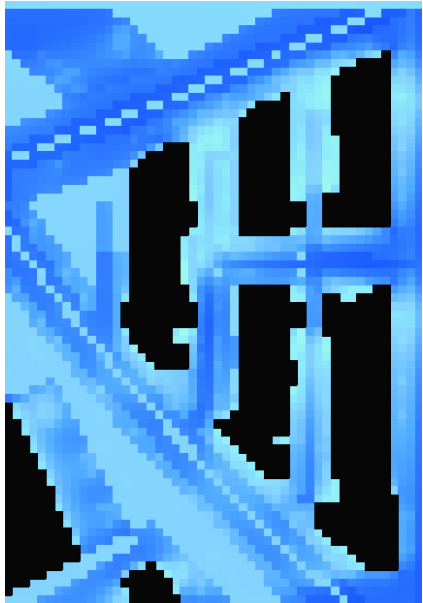


Mín: 3°
Máx: 10°

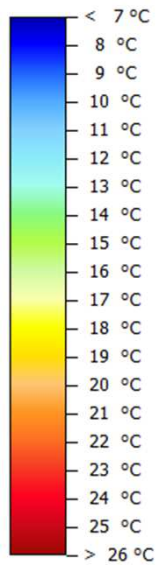
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 03h

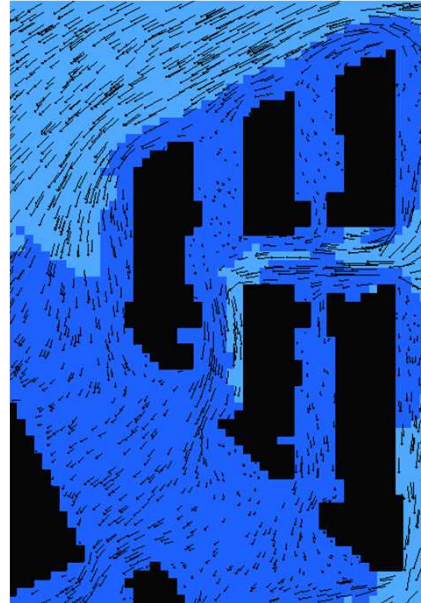




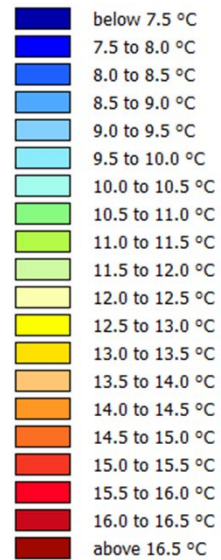
Temperatura Superfície (no solo)



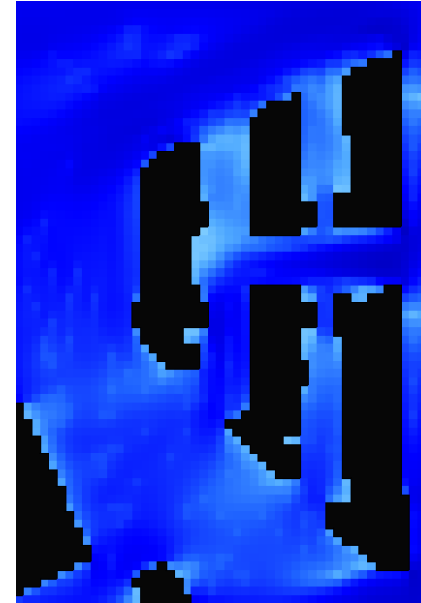
Mín: 9°
Máx: 13°



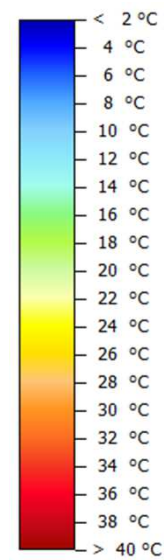
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



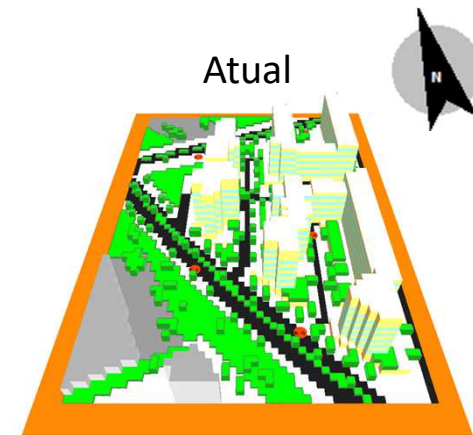
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

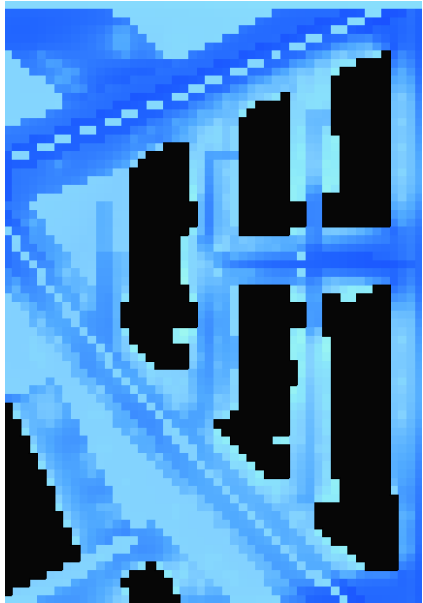


Mín: 3°
Máx: 10°

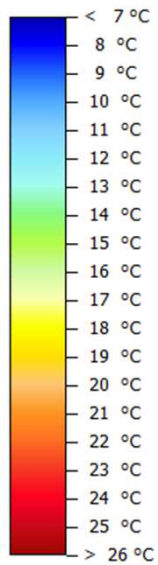
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 04h

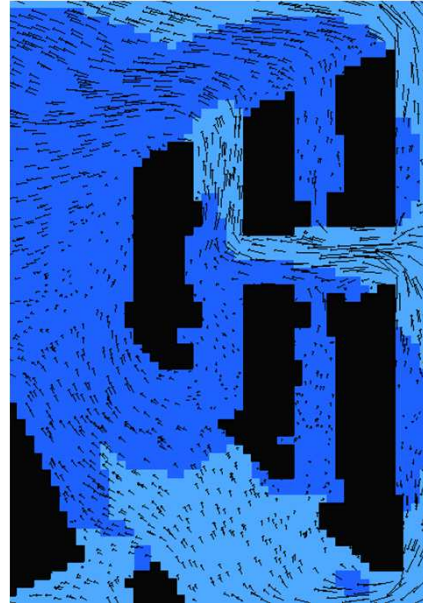




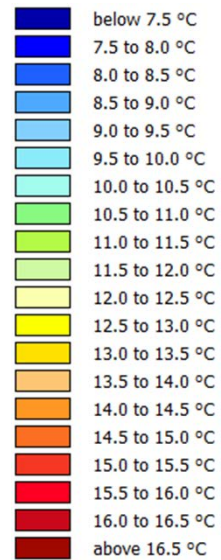
Temperatura Superfície (no solo)



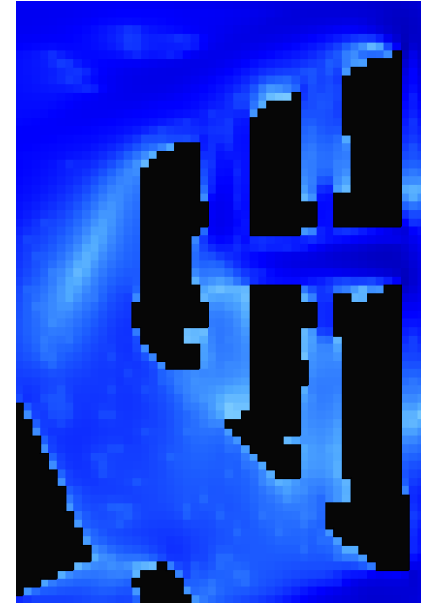
Mín: 9°
Máx: 13°



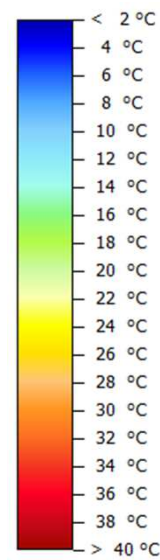
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



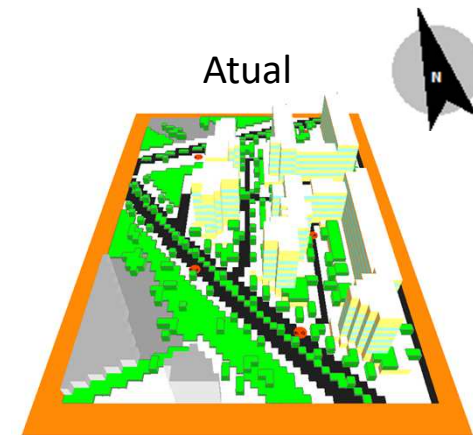
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

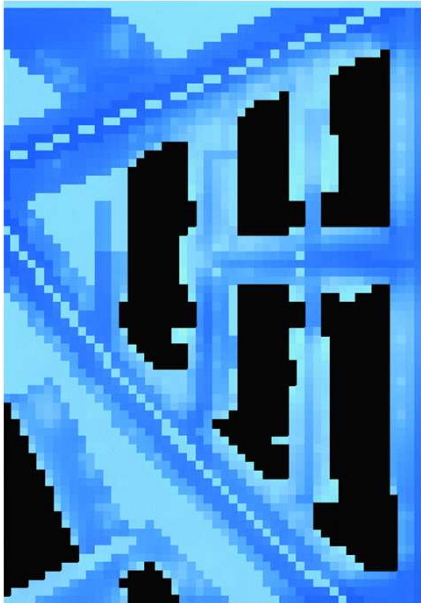


Mín: 2°
Máx: 10°

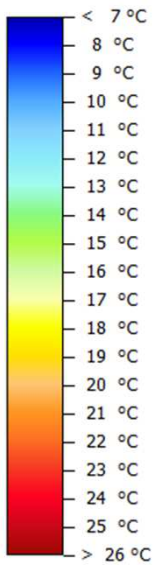
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 05h





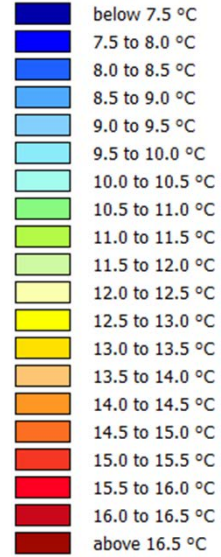
Temperatura Superfície (no solo)



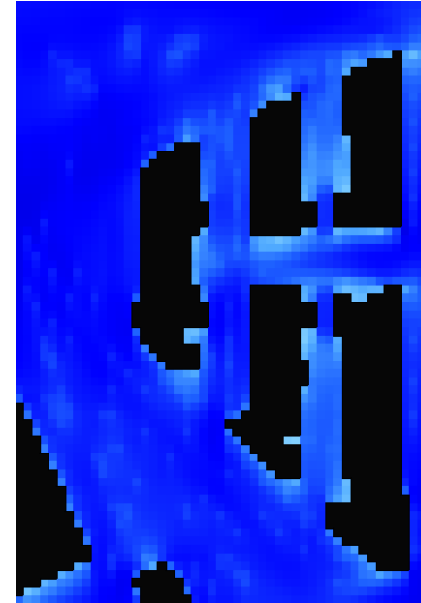
Mín: 9°
Máx: 13°



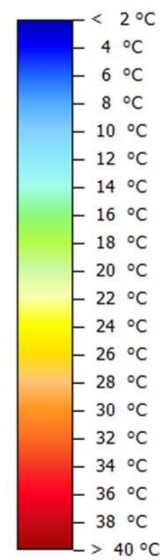
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



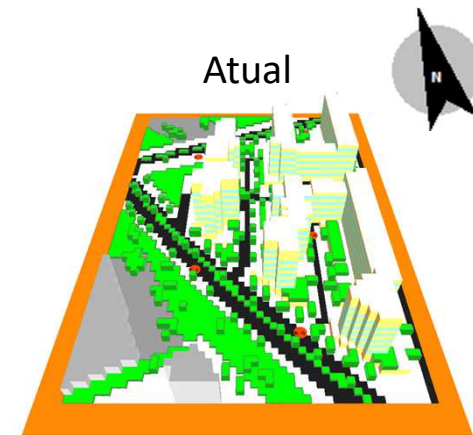
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



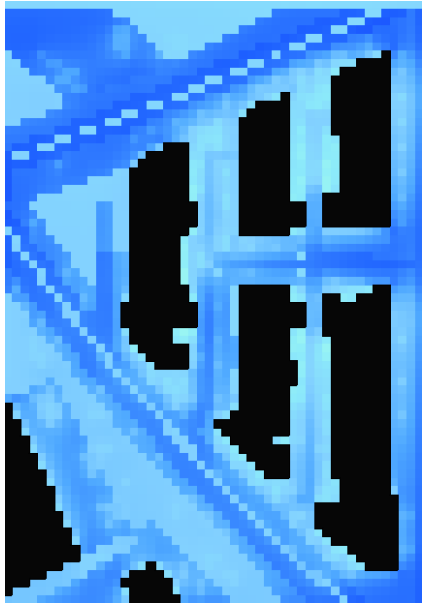
Mín: 4°
Máx: 10°

Dia: Inverno típico (12/12)

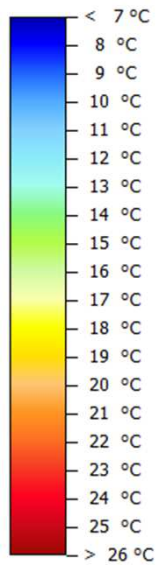
Hora: 06h



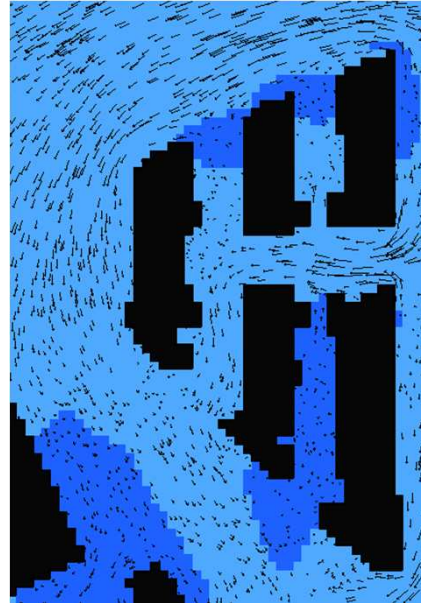
Atual



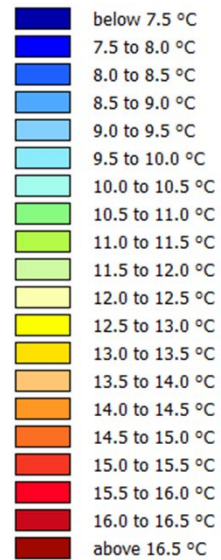
Temperatura Superfície (no solo)



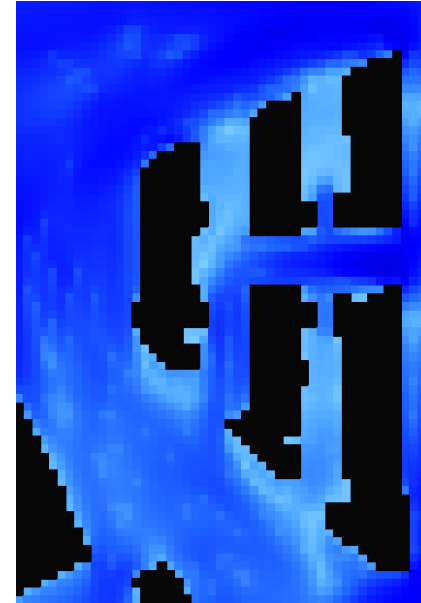
Mín: 9°
Máx: 13°



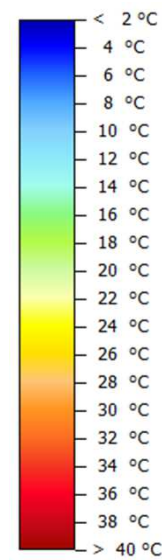
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 8°
Máx: 9°



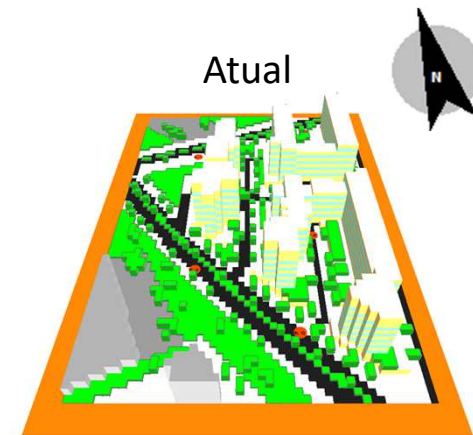
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

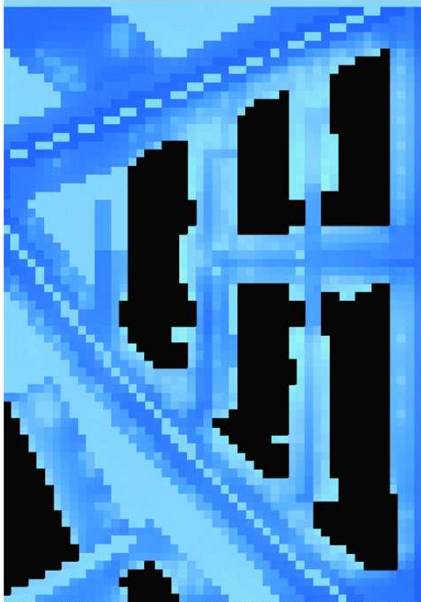


Mín: 3°
Máx: 10°

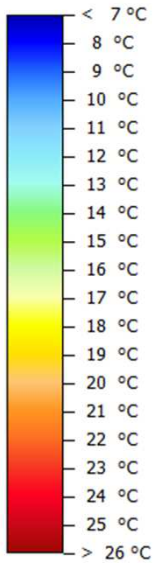
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 07h

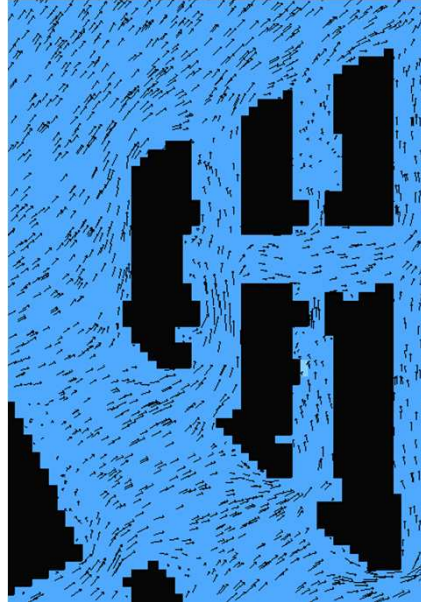




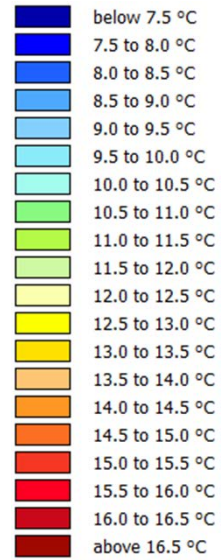
Temperatura Superfície (no solo)



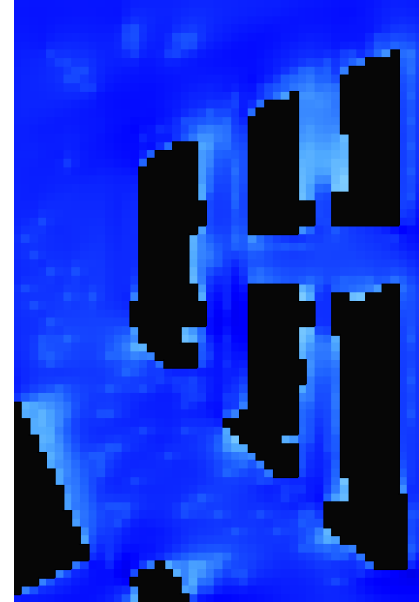
Mín: 9°
Máx: 13°



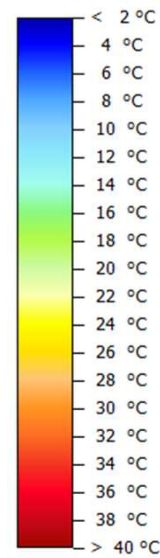
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 9°
Máx: 9°



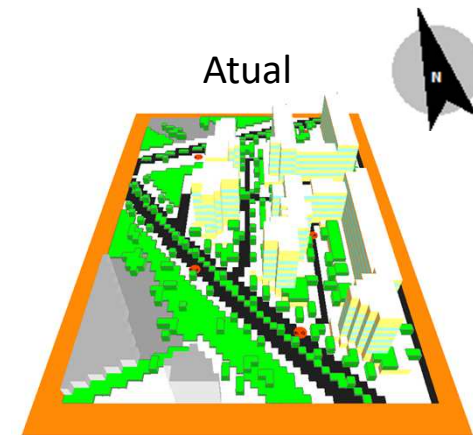
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 4°
Máx: 10°

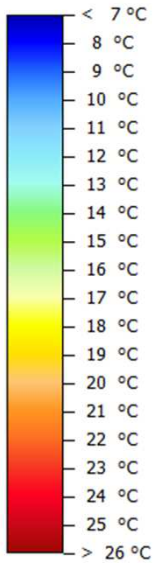
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 08h

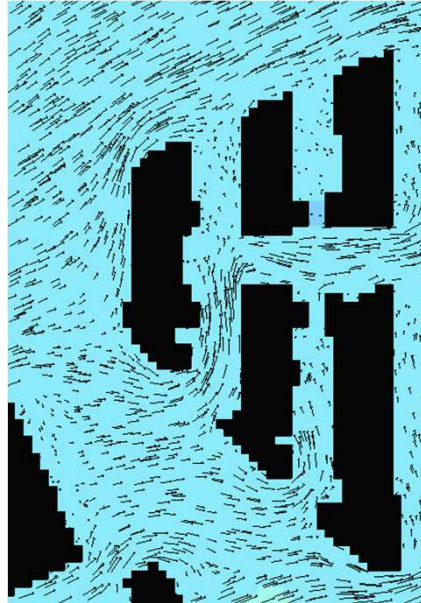




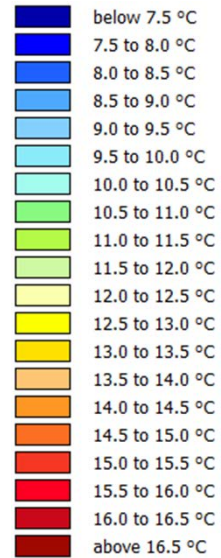
Temperatura Superfície (no solo)



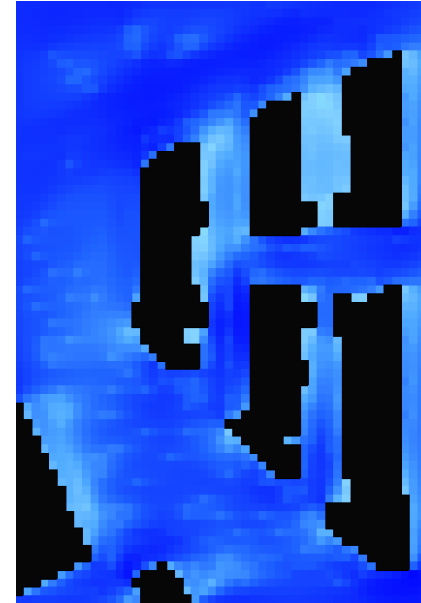
Mín: 10°
Máx: 13°



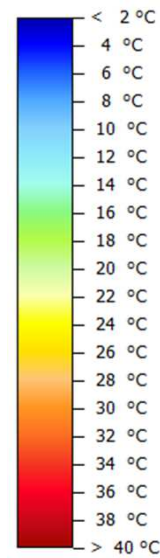
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 9°
Máx: 10°



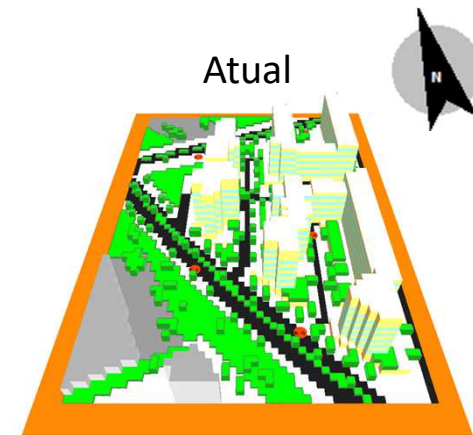
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 4°
Máx: 11°

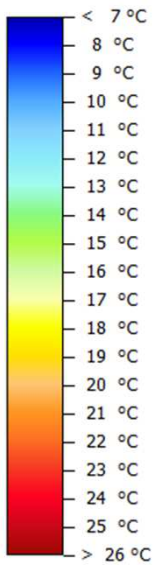
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 09h

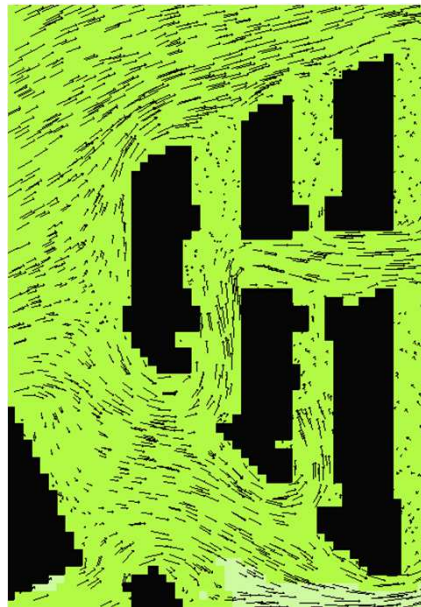




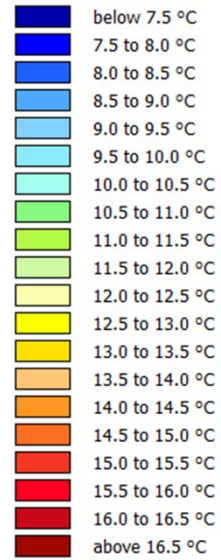
Temperatura Superfície (no solo)



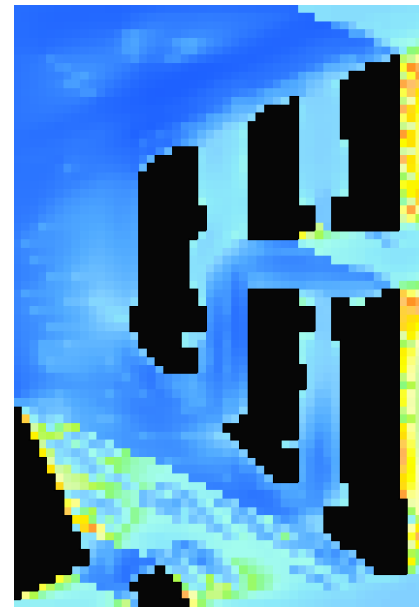
Mín: 11°
Máx: 15°



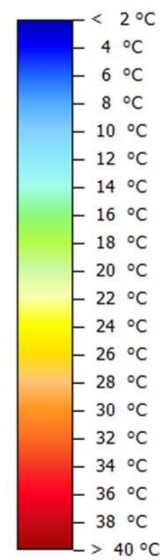
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 11°
Máx: 12°



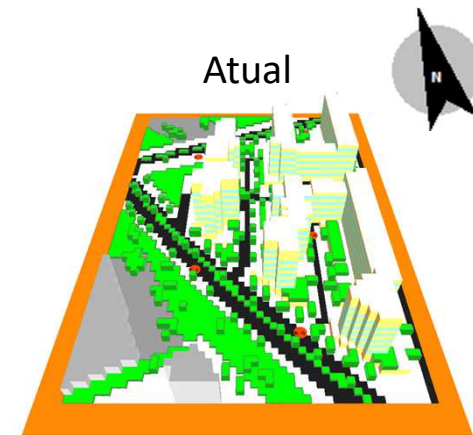
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

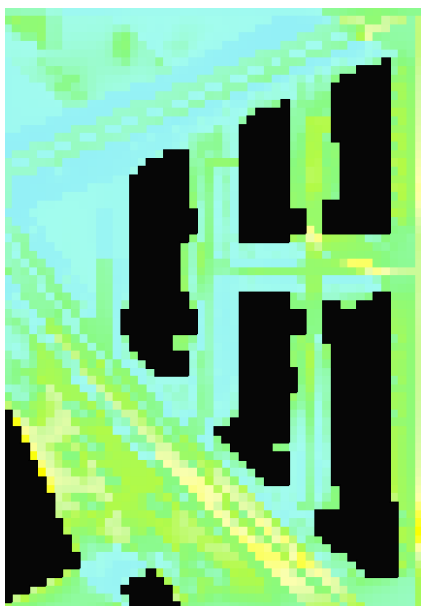


Mín: 6°
Máx: 30°

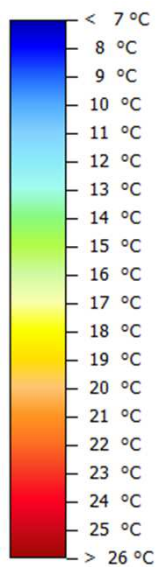
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 10h

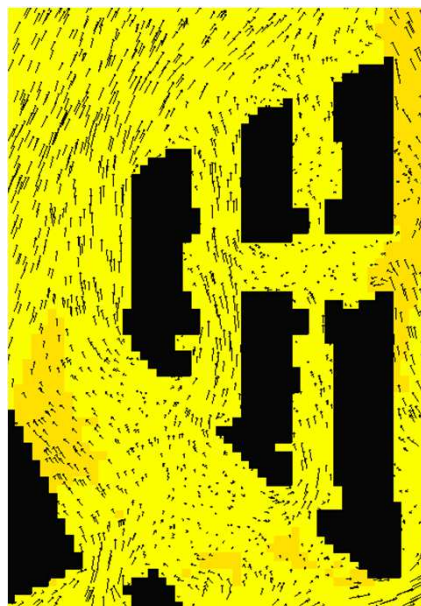




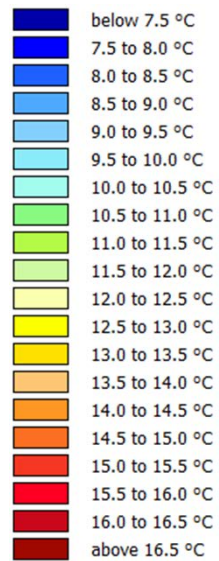
Temperatura Superfície (no solo)



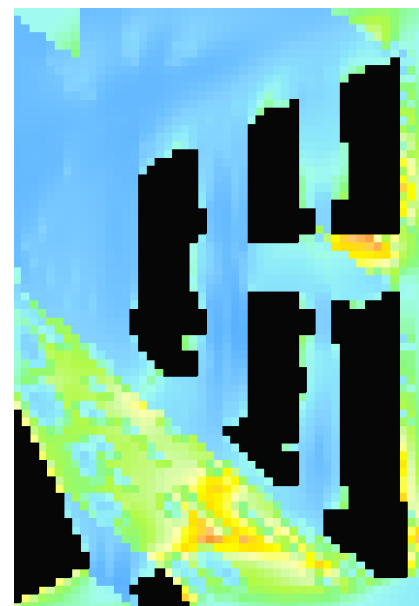
Mín: 12°
Máx: 18°



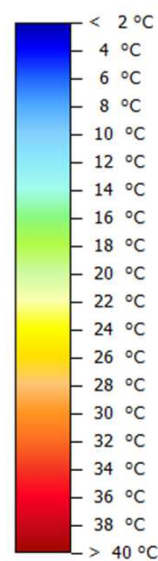
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 13°
Máx: 13°



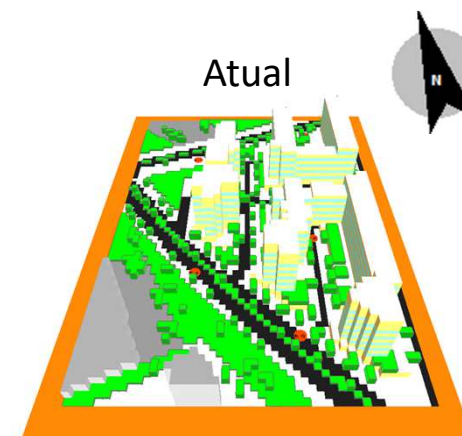
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 8°
Máx: 30°

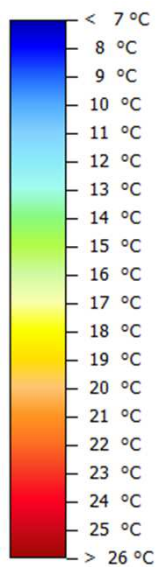
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 11h





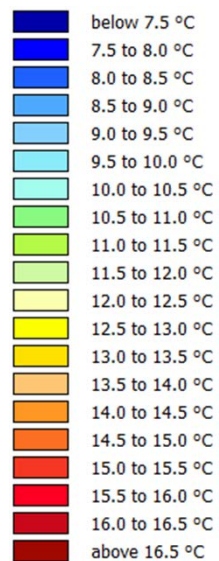
Temperatura Superfície (no solo)



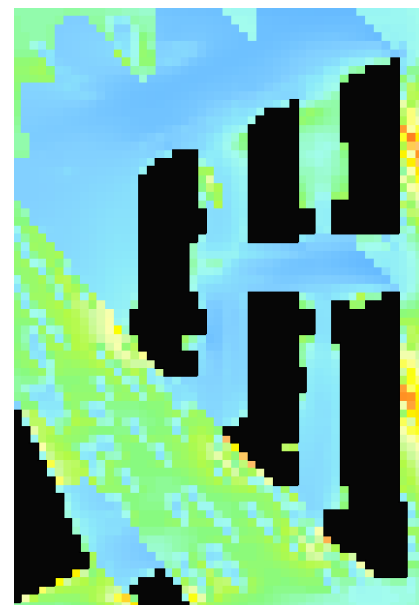
Mín: 13°
Máx: 21°



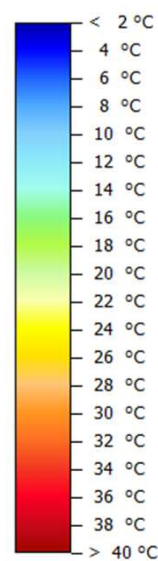
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 14°
Máx: 14°



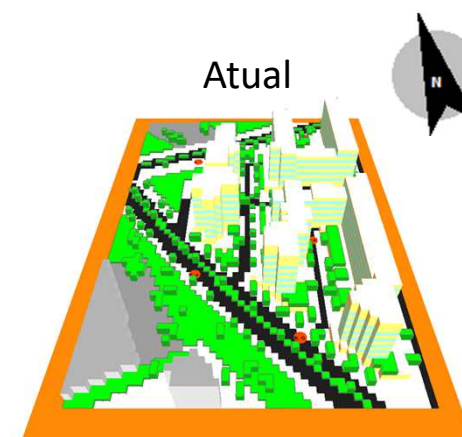
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

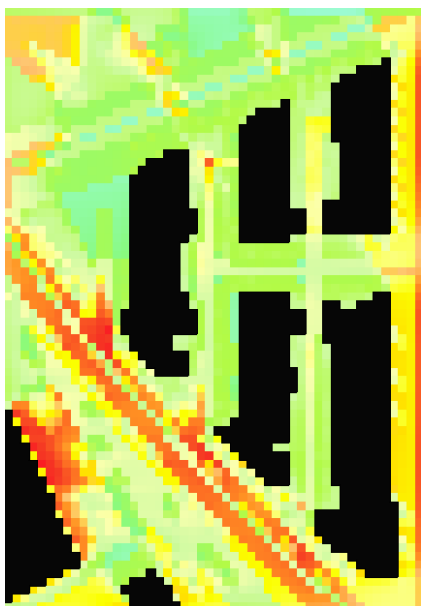


Mín: 9°
Máx: 31°

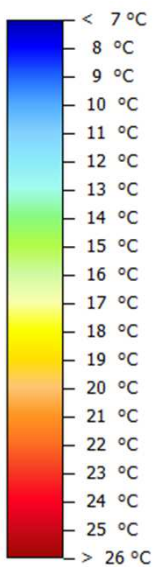
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 12h





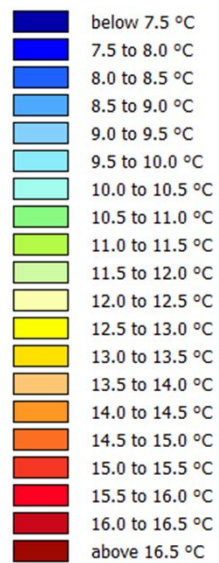
Temperatura Superfície (no solo)



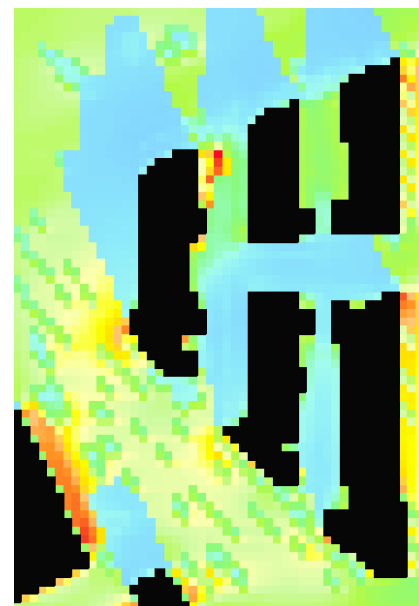
Mín: 13°
Máx: 23°



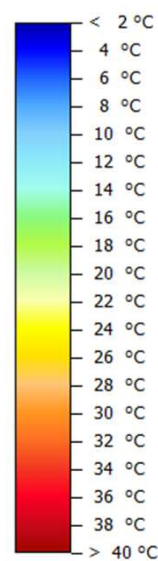
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 15°
Máx: 16°



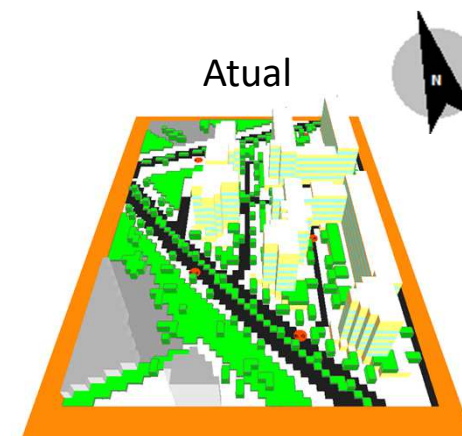
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 10°
Máx: 36°

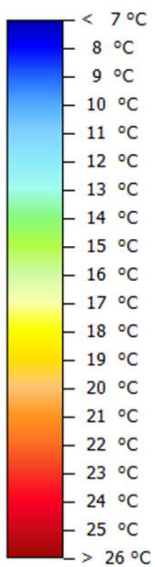
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 13h

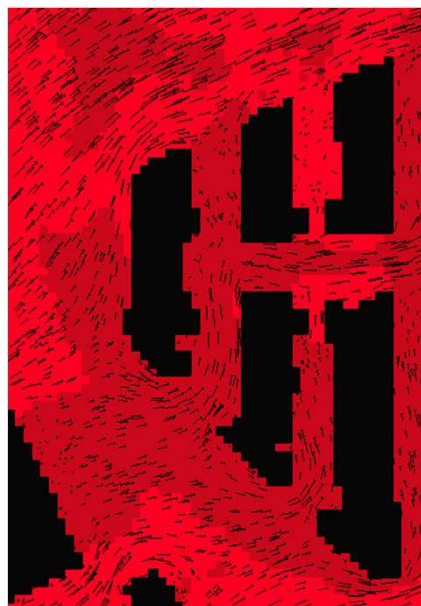




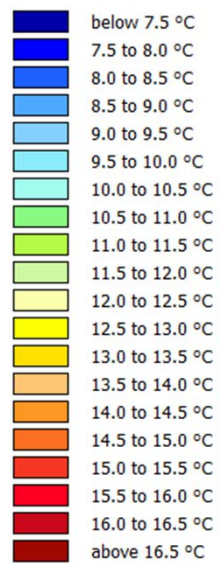
Temperatura Superfície (no solo)



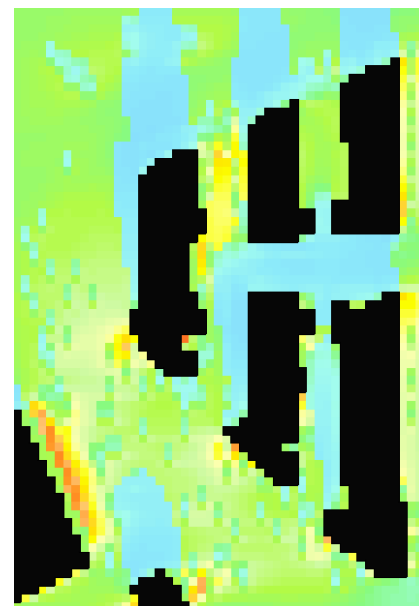
Mín: 13°
Máx: 25°



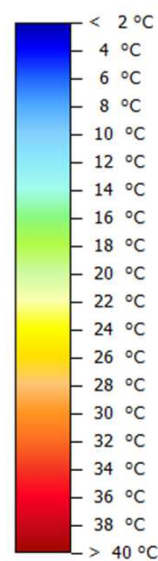
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 16°
Máx: 16°



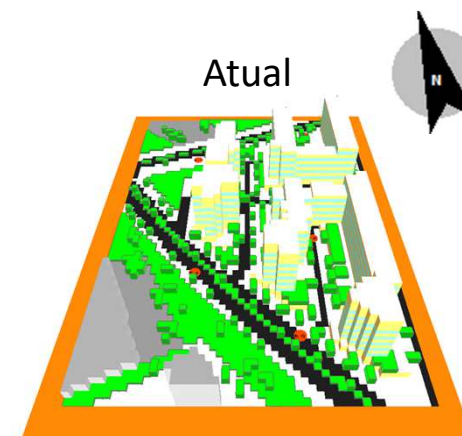
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 11°
Máx: 32°

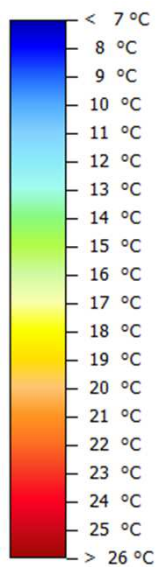
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 14h

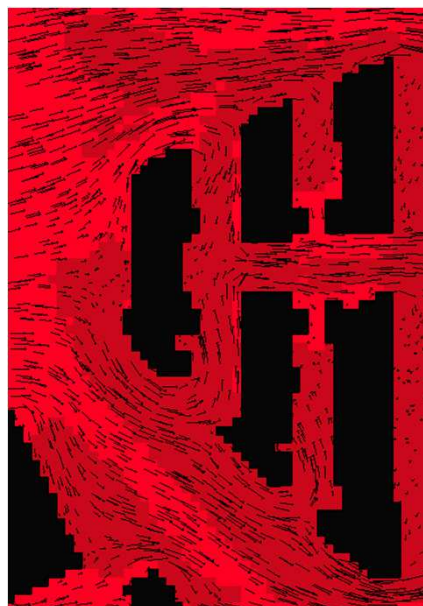




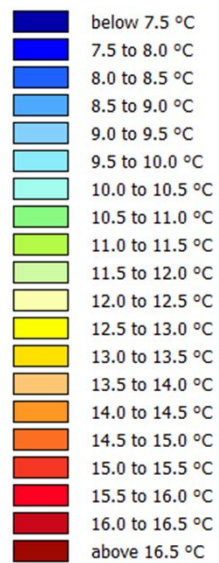
Temperatura Superfície (no solo)



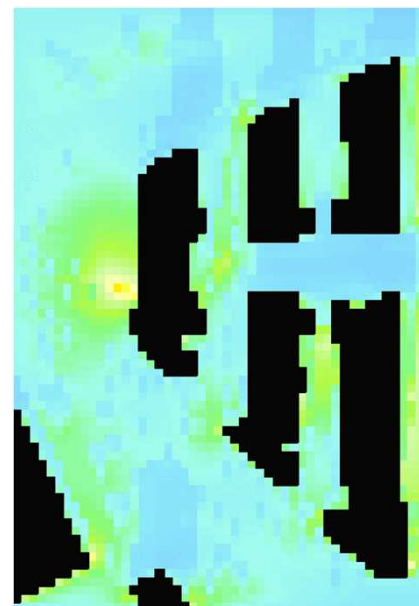
Mín: 13°
Máx: 23°



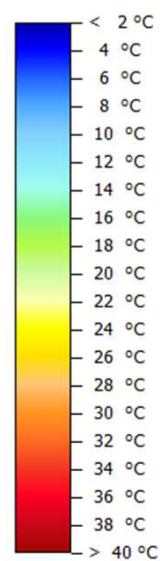
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 16°
Máx: 16°



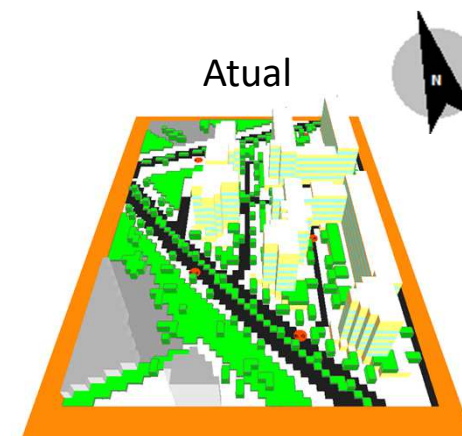
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 10°
Máx: 25°

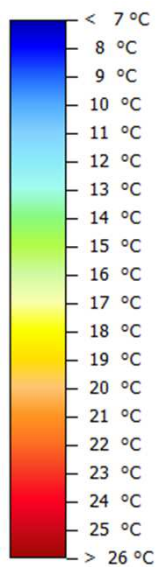
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 15h

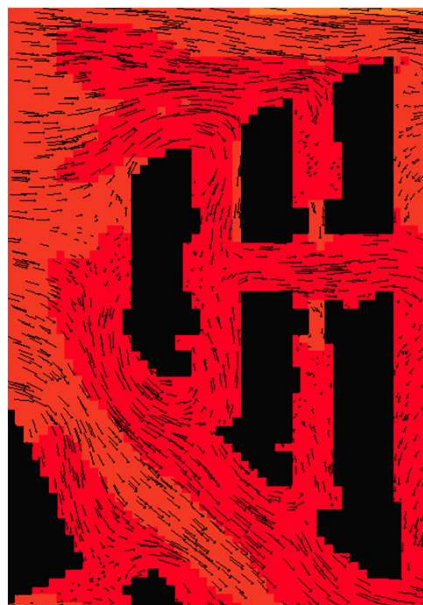




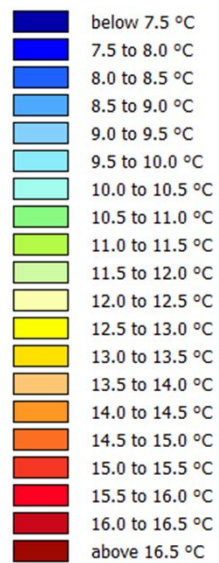
Temperatura Superfície (no solo)



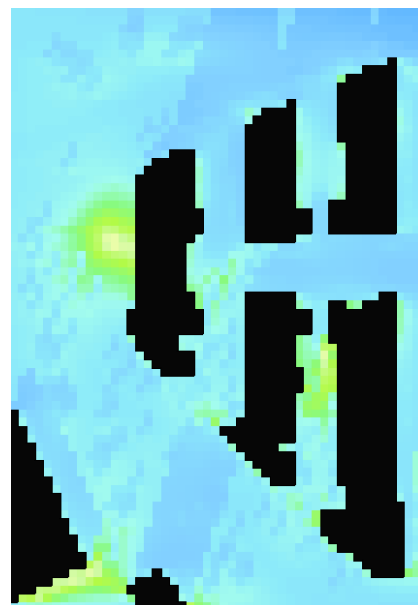
Mín: 13°
Máx: 21°



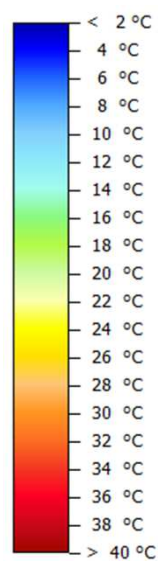
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 15°
Máx: 16°



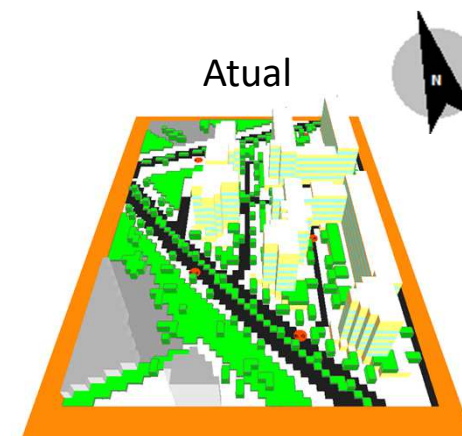
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 9°
Máx: 21°

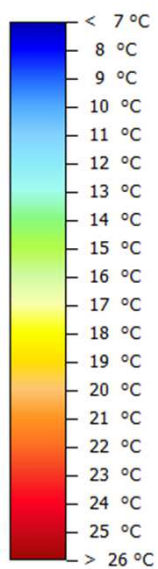
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 16h

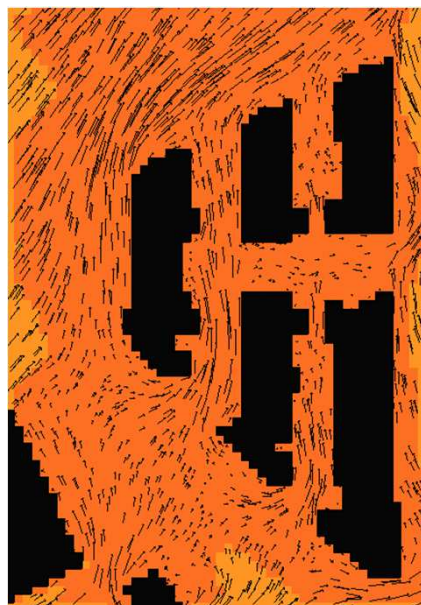




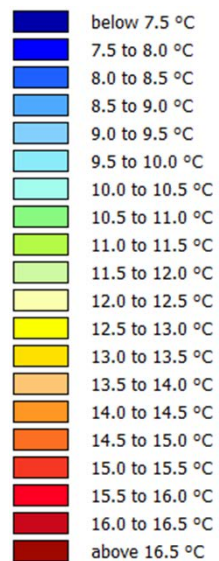
Temperatura Superfície (no solo)



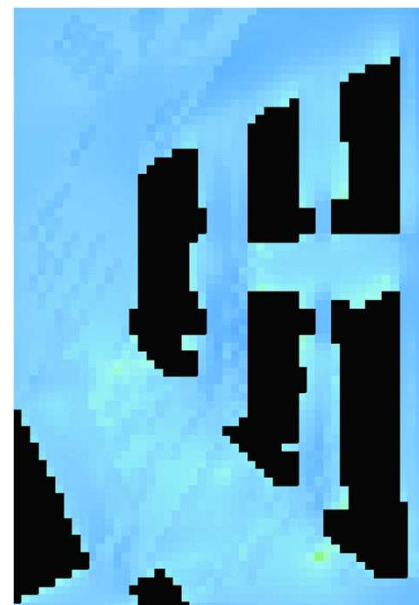
Mín: 13°
Máx: 18°



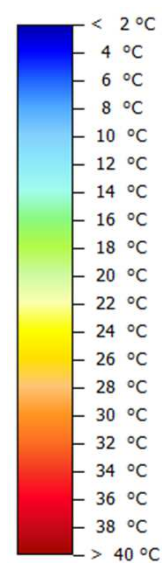
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 14°
Máx: 15°



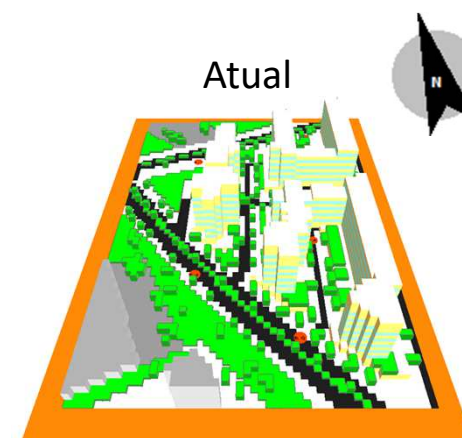
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 8°
Máx: 16°

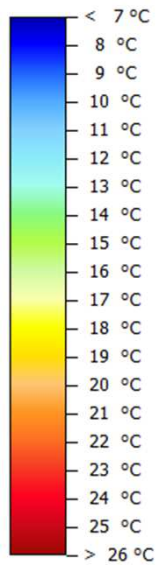
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 17h





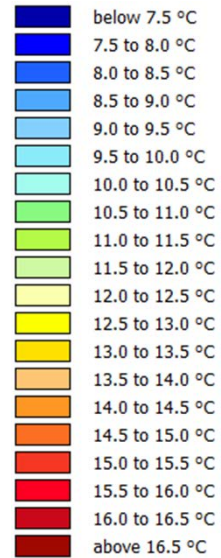
Temperatura Superfície (no solo)



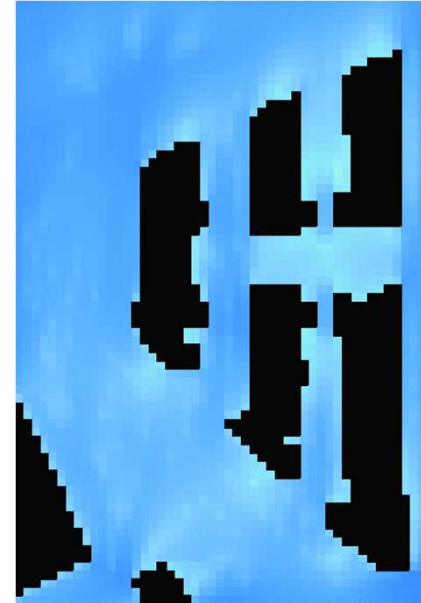
Mín: 13°
Máx: 17°



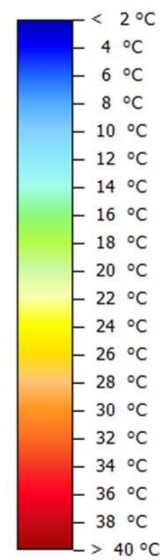
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 13°
Máx: 14°



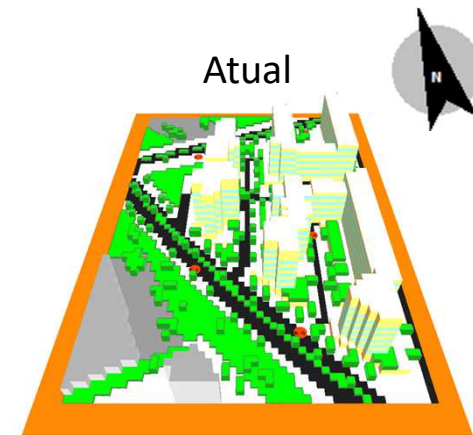
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

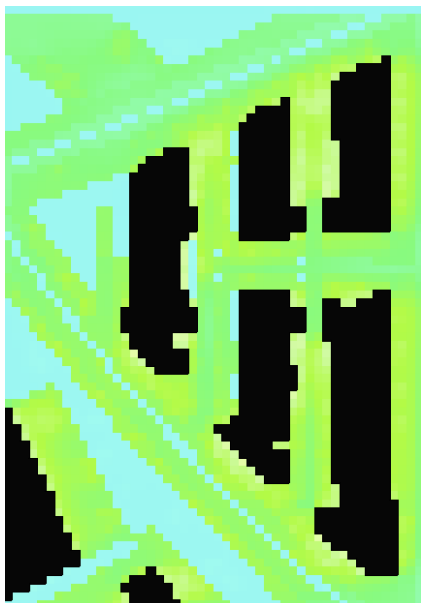


Mín: 7°
Máx: 13°

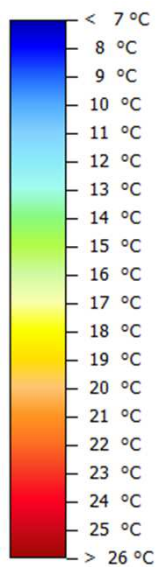
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 18h

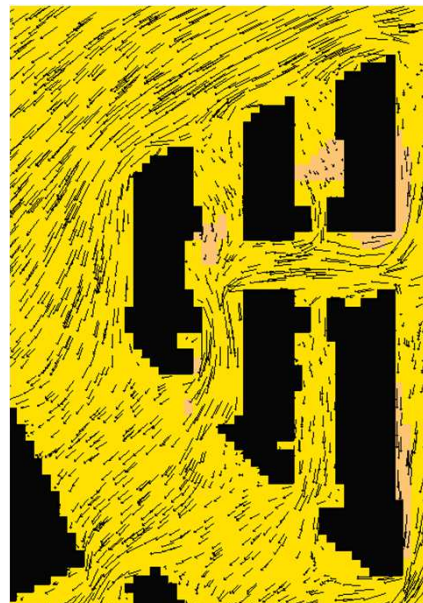




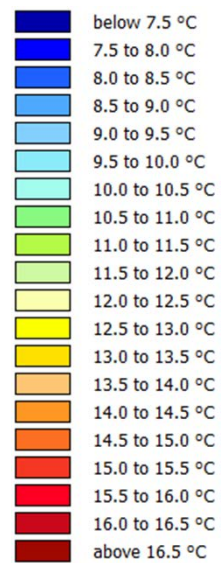
Temperatura Superfície (no solo)



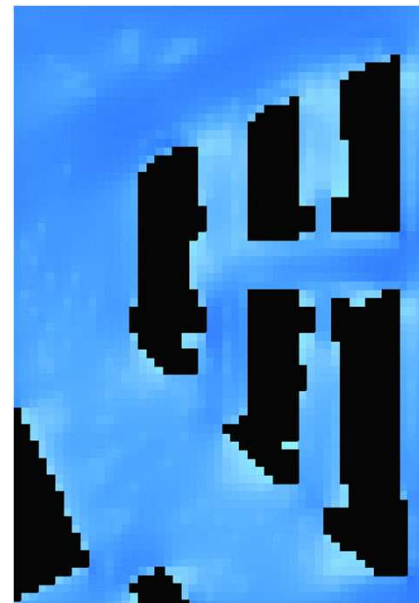
Mín: 13°
Máx: 17°



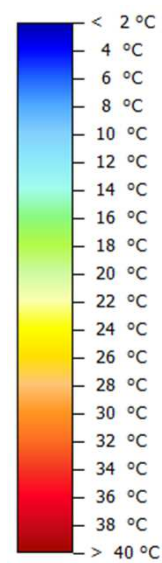
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 13°
Máx: 14°



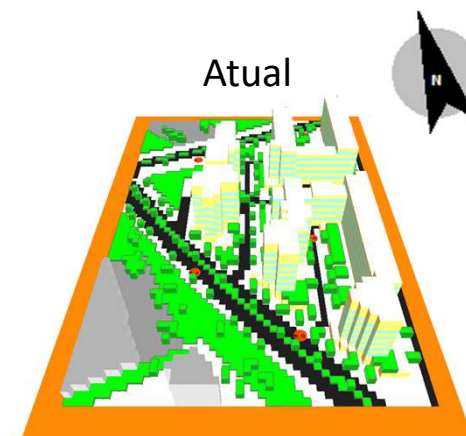
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

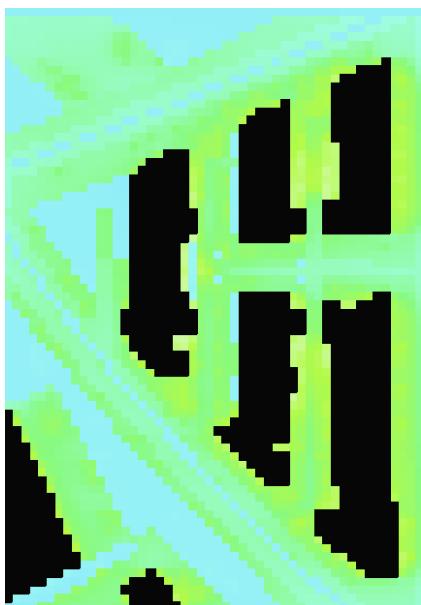


Mín: 7°
Máx: 13°

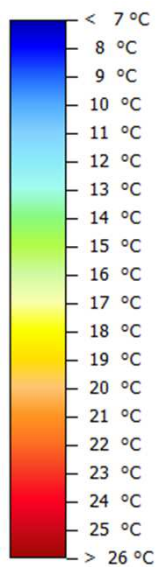
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 19h

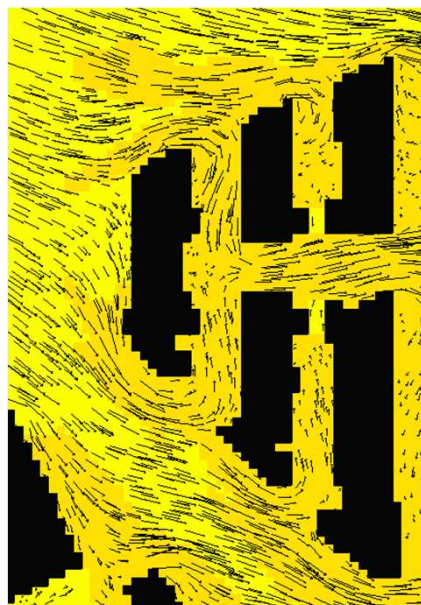




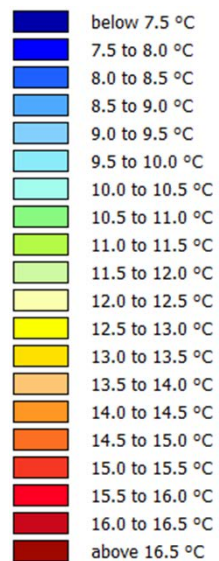
Temperatura Superfície (no solo)



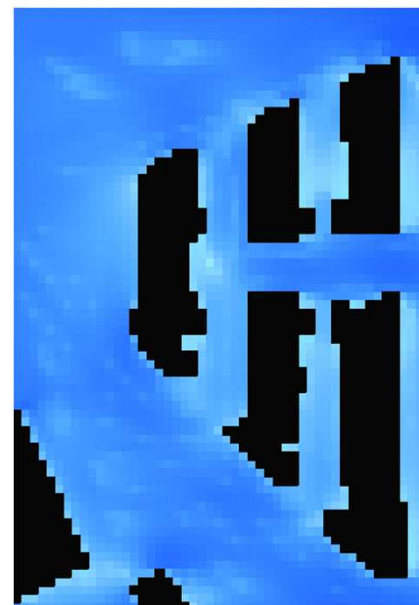
Mín: 12°
Máx: 16°



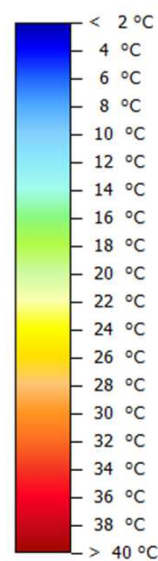
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 13°
Máx: 13°



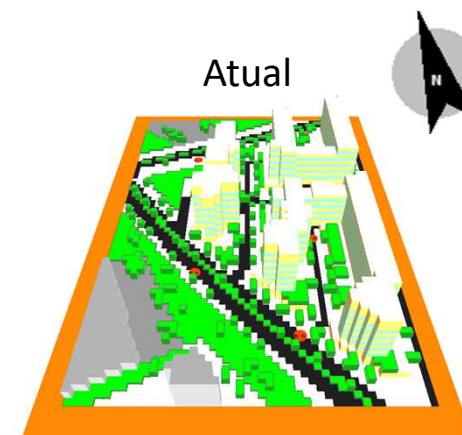
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

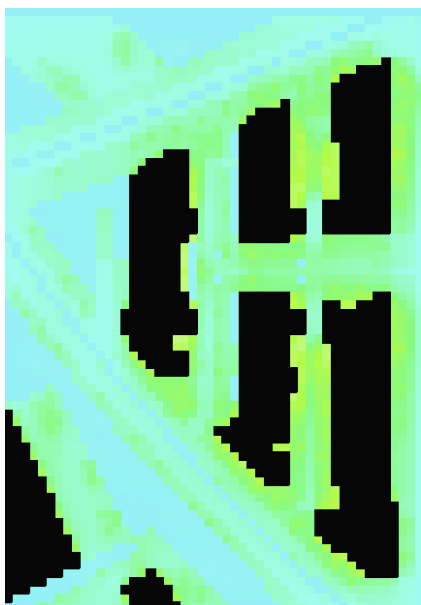


Mín: 6°
Máx: 12°

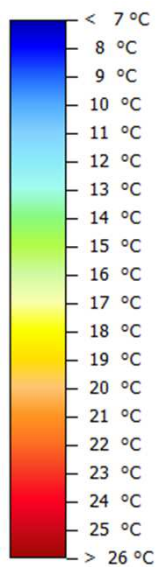
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 20h

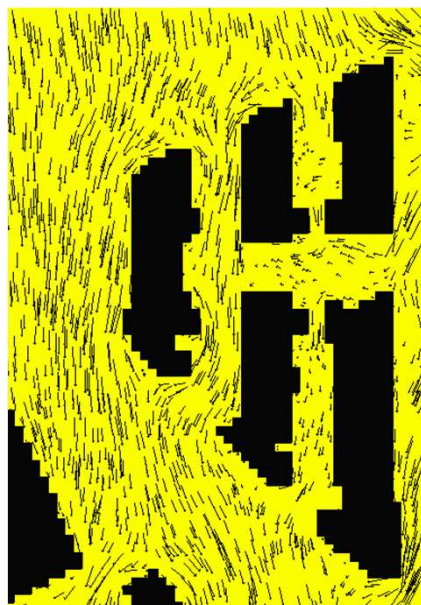




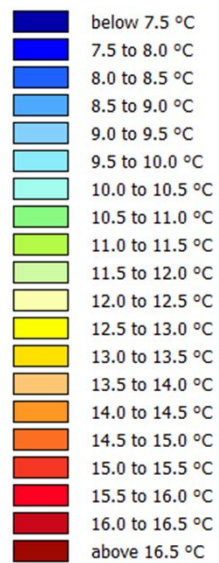
Temperatura Superfície (no solo)



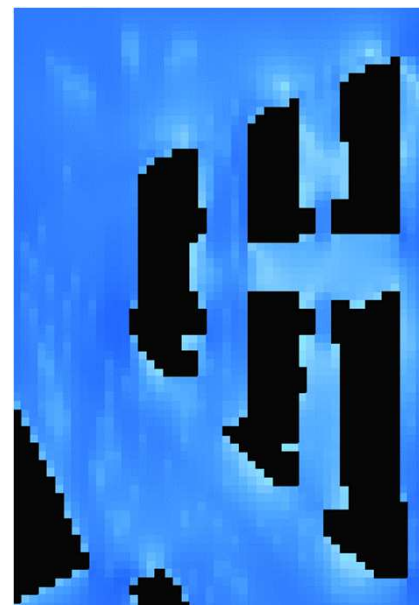
Mín: 12°
Máx: 16°



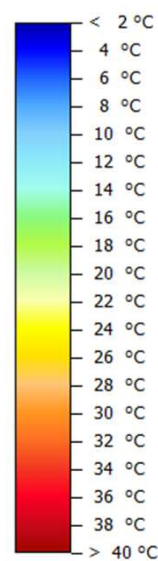
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 13°
Máx: 13°



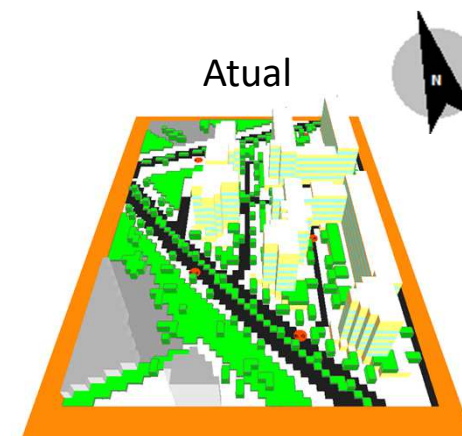
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 6°
Máx: 12°

Dia: Inverno típico (12/12)

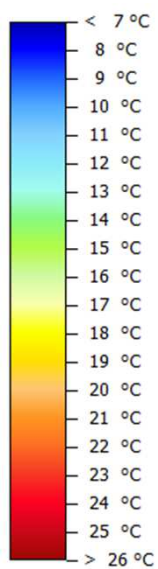
Hora: 21h



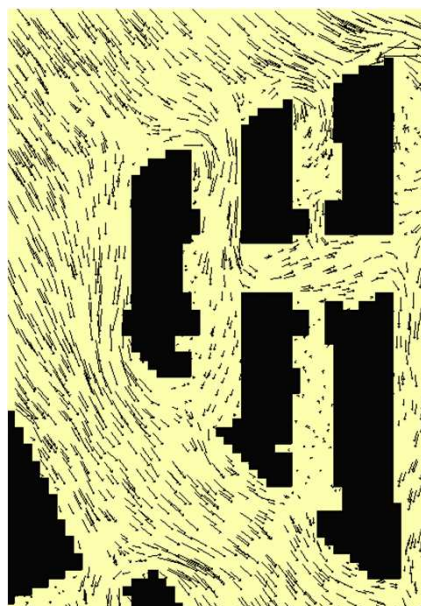
Atual



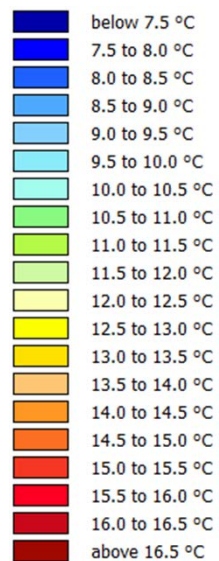
Temperatura Superfície (no solo)



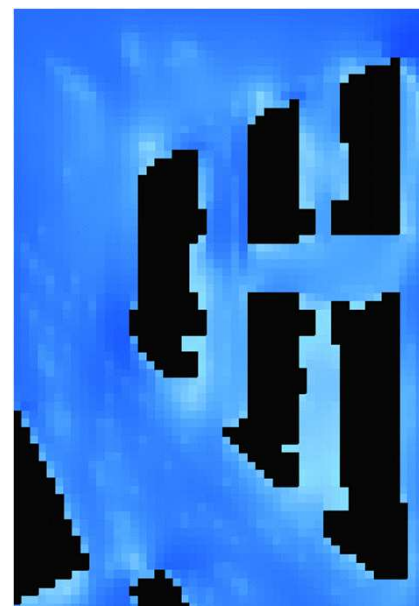
Mín: 12°
Máx: 15°



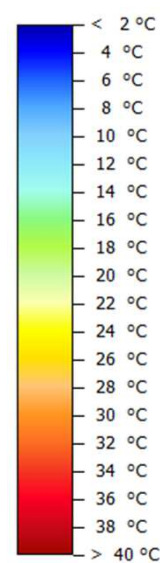
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 12°
Máx: 12°



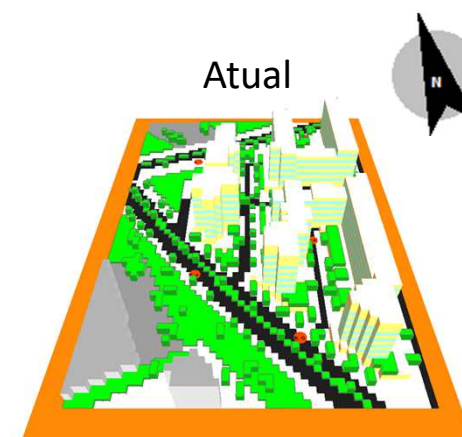
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

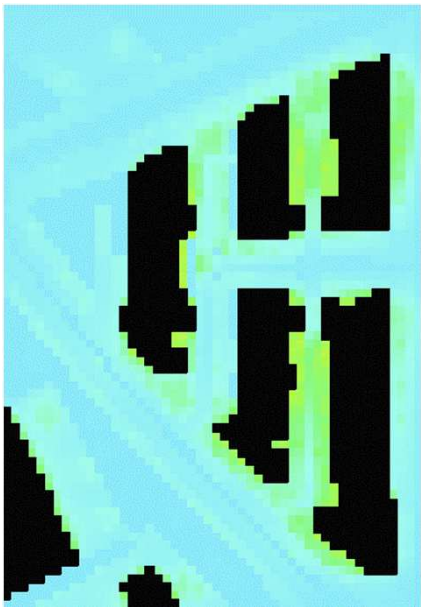


Mín: 6°
Máx: 11°

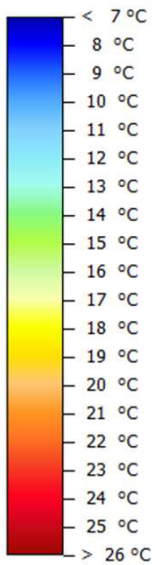
Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 22h

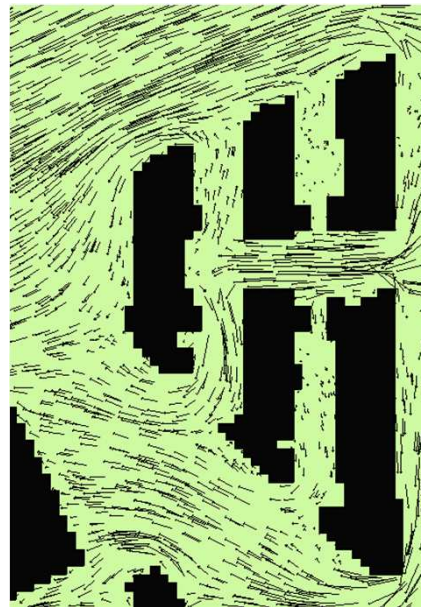




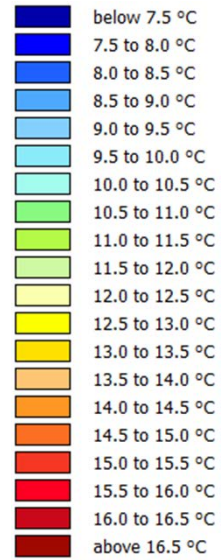
Temperatura Superfície (no solo)



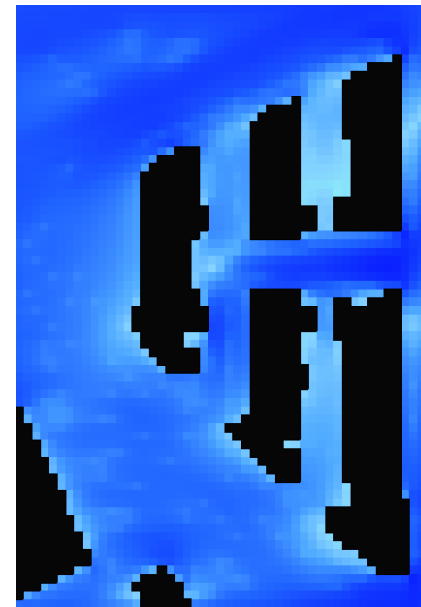
Mín: 12°
Máx: 15°



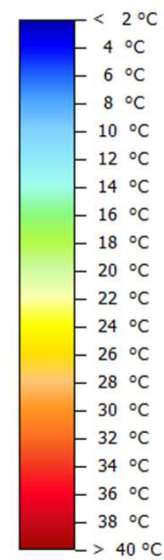
Temperatura Ar (a 1.5m)



Mín: 12°
Máx: 12°



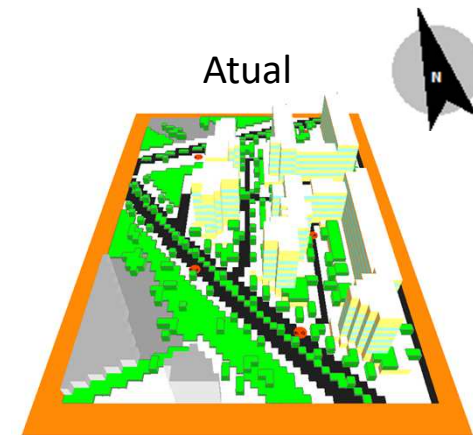
Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Mín: 5°
Máx: 12°

Dia: Inverno típico (12/12)

Hora: 23h



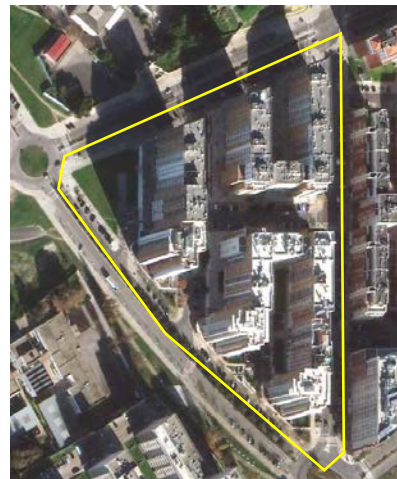
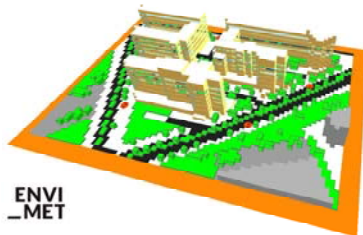
5. Resultados das simulações microclimáticas: Medidas, Alta de Lisboa

Onda de calor.

Duplo clique para abrir slides:

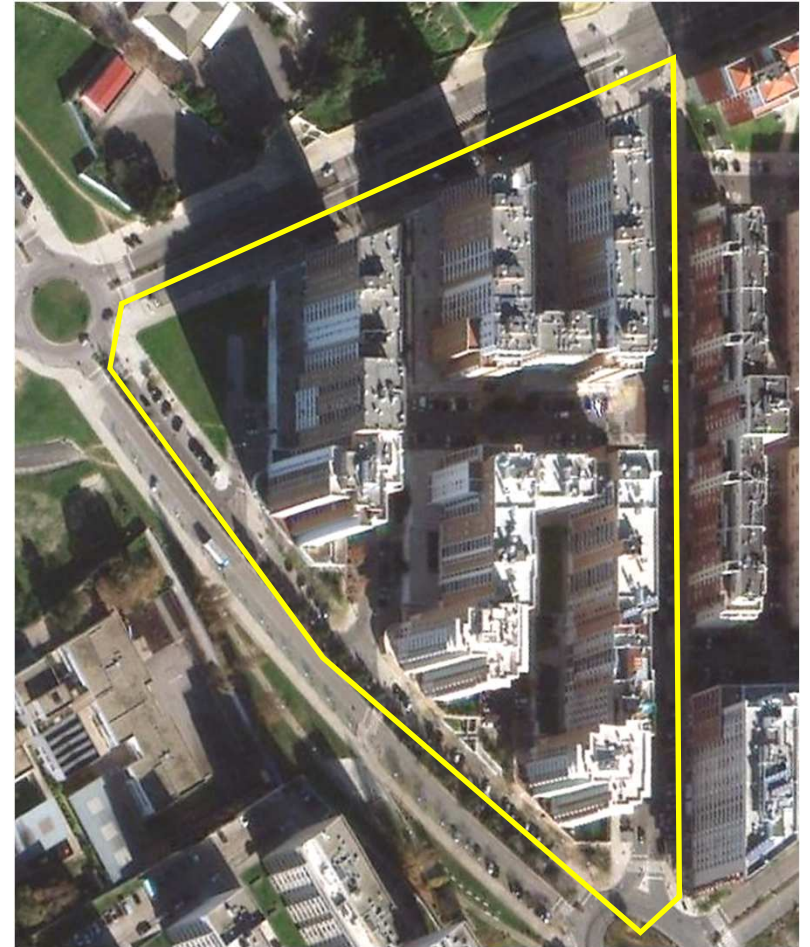
Zona – Alta de Lisboa

Simulação microclima:
Medidas redução ICU + Clima atual
Onda de calor



Zona – Alta de Lisboa

Simulação microclima:
Medidas redução ICU + Clima atual
Onda de calor



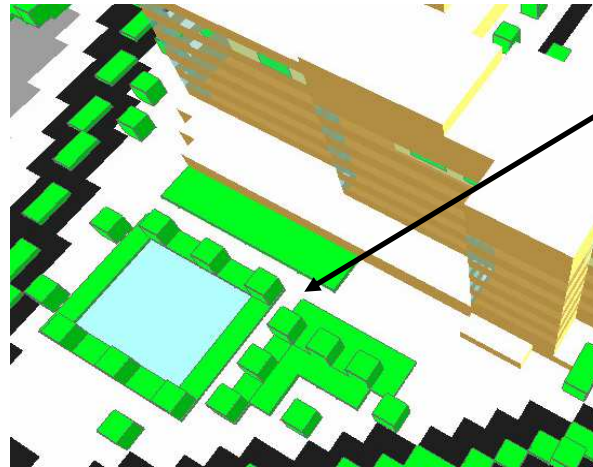
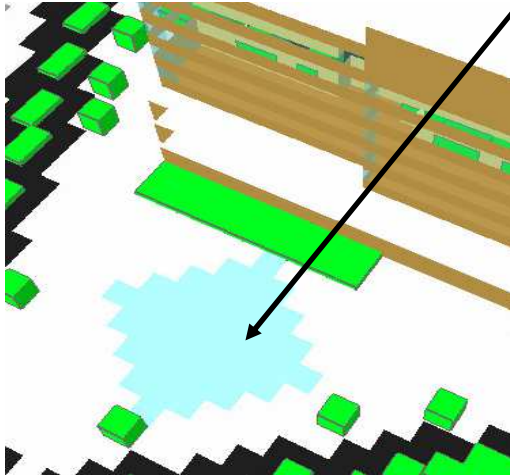
Medida 1 – Massa de água



Medida 2 – Arvoredo e massa de água

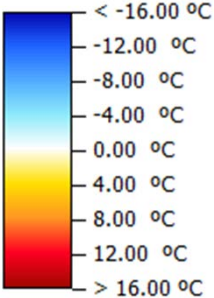


Medida 3 – Pintura pavimento

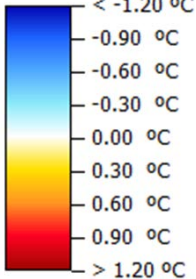


Diferença face ao cenário atual

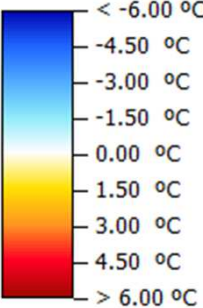
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

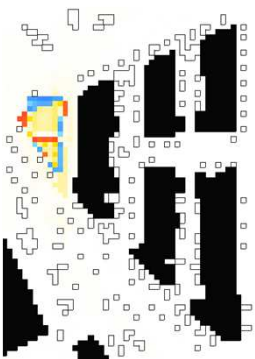


Medida 1 - Lago



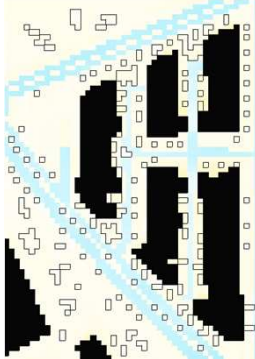
Mín: -8.09°
Máx: +10.05°

Medida 2 - Parque

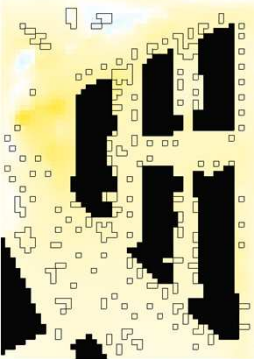


Mín: -9.68°
Máx: +9.88°

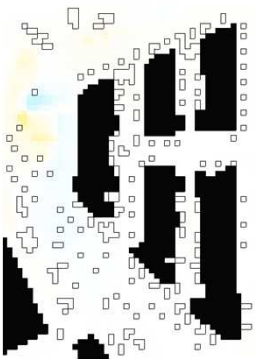
Medida 3 - Pintura



Mín: -2.56°
Máx: +0.90°



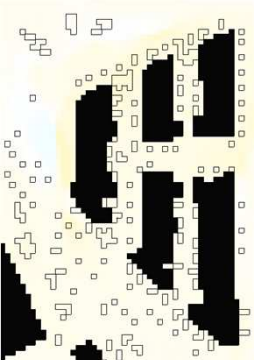
Mín: -0.08°
Máx: +0.23°



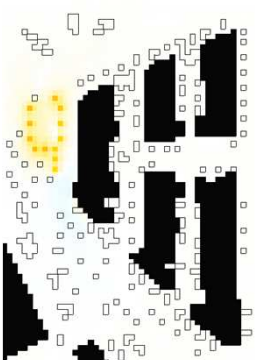
Mín: -0.13°
Máx: +0.12°



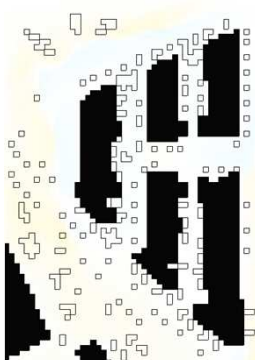
Mín: -0.08°
Máx: +0.17°



Mín: -0.18°
Máx: +0.33°



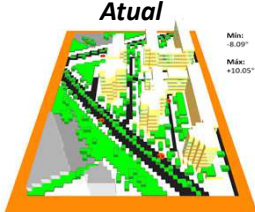
Mín: -0.29°
Máx: +2.27°



Mín: -0.20°
Máx: +0.26°

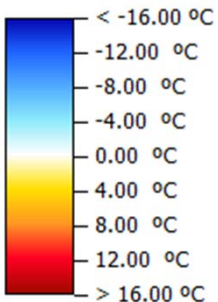
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 00h

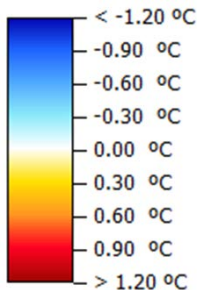


Diferença face ao cenário atual

Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)

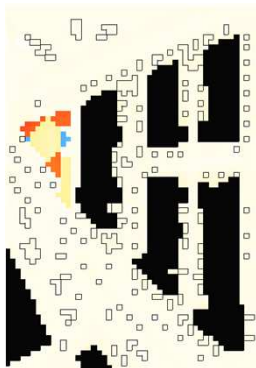


Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

Mín:
-7.51°

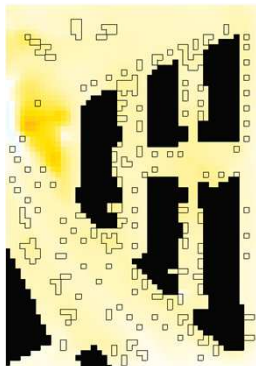
Máx:
+9.95°

Medida 1 - Lago



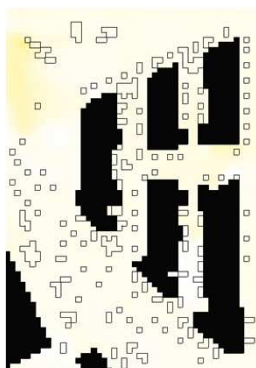
Mín:
-7.51°

Máx:
+9.95°



Mín:
-0.05°

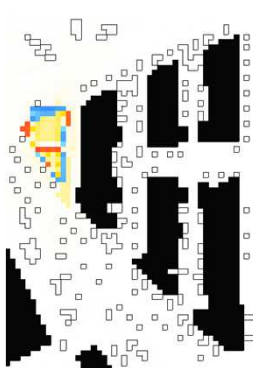
Máx:
+0.45°



Mín:
-0.04°

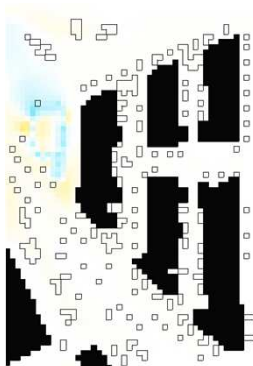
Máx:
+0.60°

Medida 2 - Parque



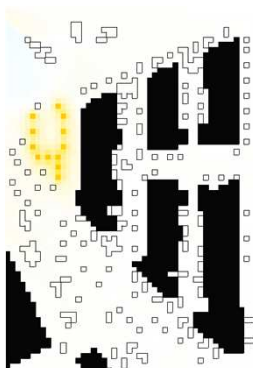
Mín:
-9.51°

Máx:
+9.89°



Mín:
-0.32°

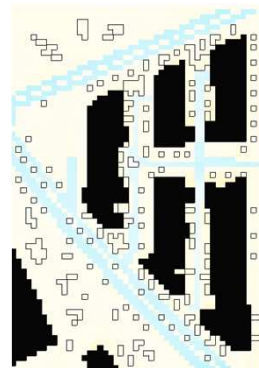
Máx:
+0.15°



Mín:
-0.18°

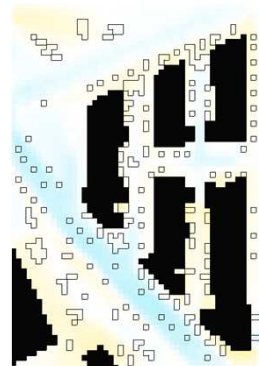
Máx:
+2.00°

Medida 3 - Pintura



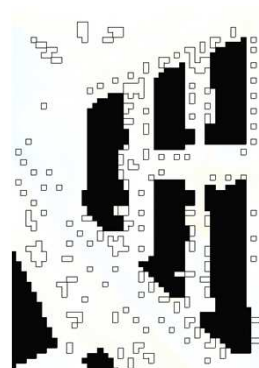
Mín:
-2.19°

Máx:
+0.82°



Mín:
-0.17°

Máx:
+0.10°

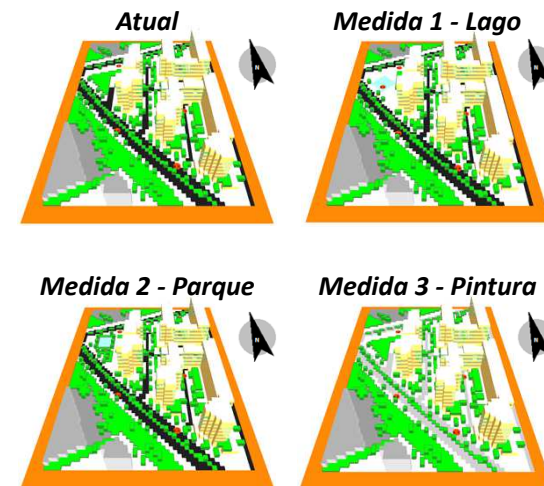


Mín:
-0.14°

Máx:
+0.12°

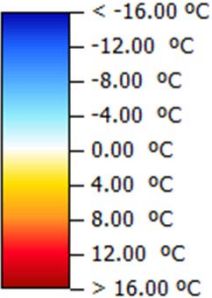
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 01h

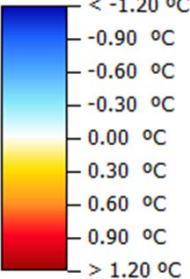


Diferença face ao cenário atual

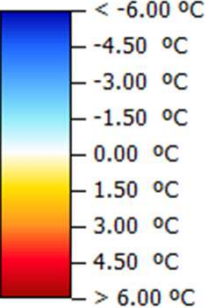
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



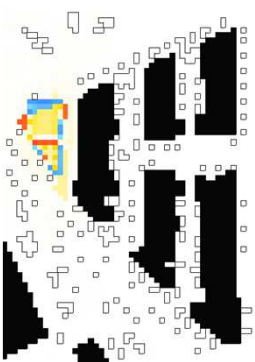
Medida 1 - Lago



Mín: -7.13°

Máx: +9.92°

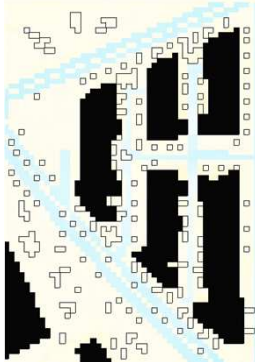
Medida 2 - Parque



Mín: -9.47°

Máx: +9.95°

Medida 3 - Pintura



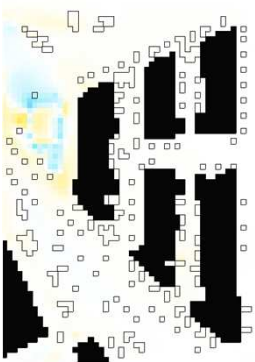
Mín: -1.86°

Máx: +0.71°



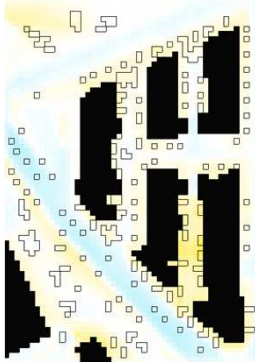
Mín: -0.17°

Máx: +0.56°



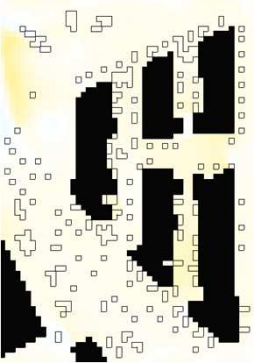
Mín: -0.38°

Máx: +0.20°



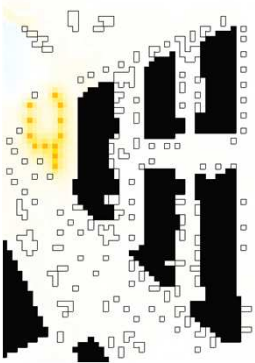
Mín: -0.17°

Máx: +0.20°



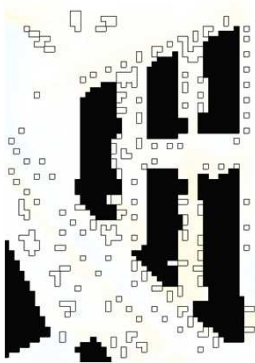
Mín: -0.17°

Máx: +0.59°



Mín: -0.20°

Máx: +2.41°

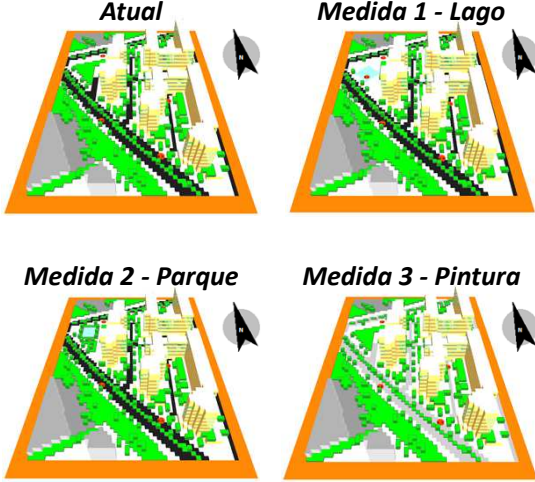


Mín: -0.15°

Máx: +0.19°

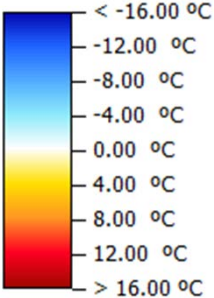
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 02h

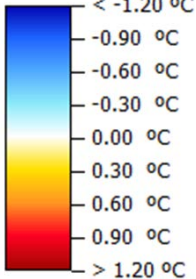


Diferença face ao cenário atual

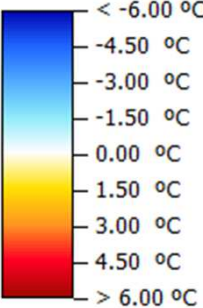
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -6.76°

Máx: +9.71°

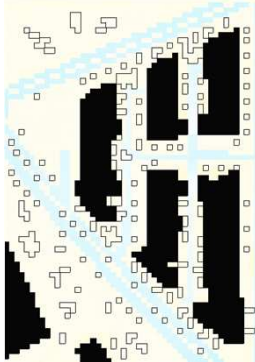
Medida 2 - Parque



Mín: -9.30°

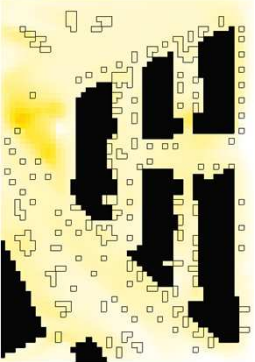
Máx: +9.82°

Medida 3 - Pintura



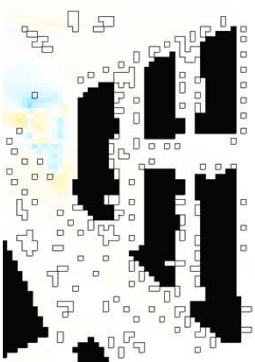
Mín: -1.59°

Máx: +0.68°



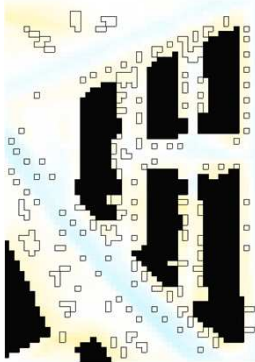
Mín: -0.00°

Máx: +0.37°



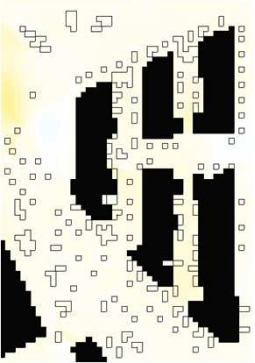
Mín: -0.27°

Máx: +0.13°



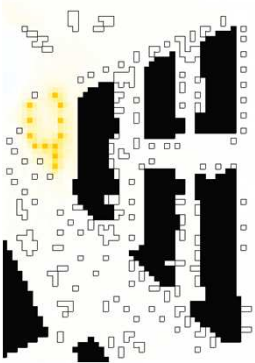
Mín: -0.11°

Máx: +0.10°



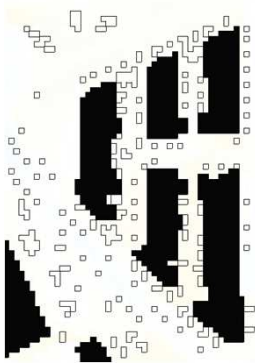
Mín: -0.13°

Máx: +0.60°



Mín: -0.10°

Máx: +2.09°

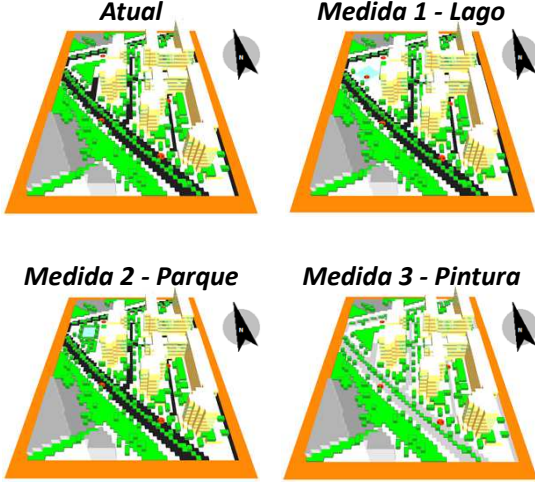


Mín: -0.12°

Máx: +0.13°

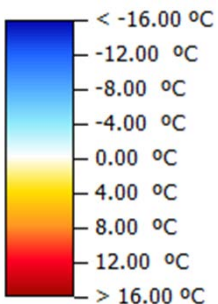
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 03h

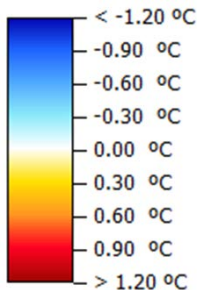


Diferença face ao cenário atual

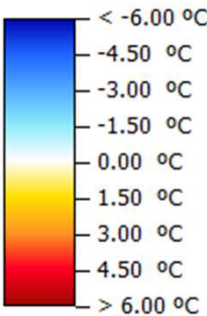
Temperatura Superfície (no solo)



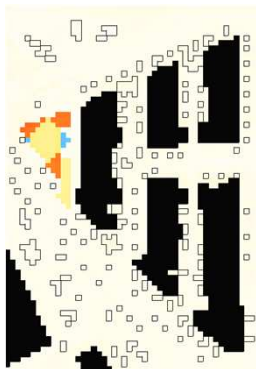
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



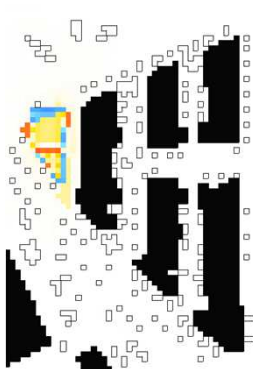
Medida 1 - Lago



Mín: -6.46°

Máx: +9.19°

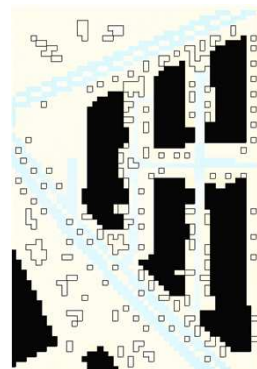
Medida 2 - Parque



Mín: -8.98°

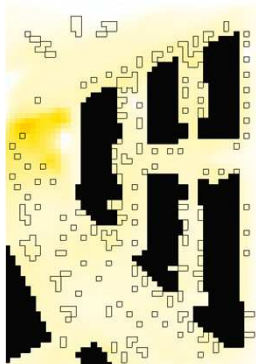
Máx: +9.40°

Medida 3 - Pintura



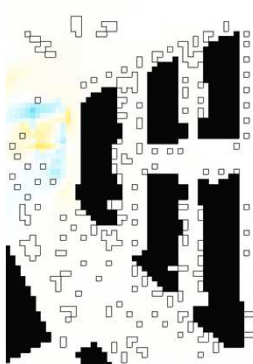
Mín: -1.35°

Máx: +0.63°



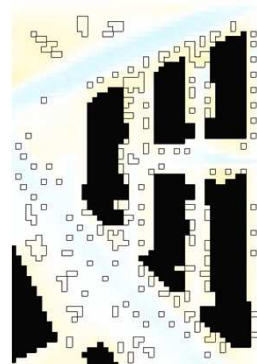
Mín: -0.02°

Máx: +0.40°



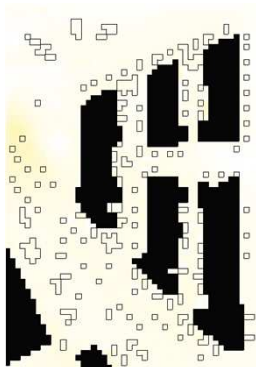
Mín: -0.36°

Máx: +0.17°



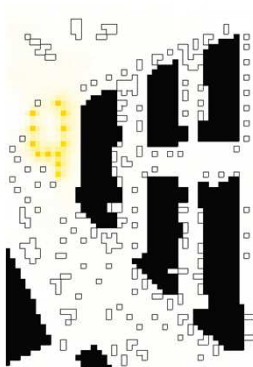
Mín: -0.10°

Máx: +0.09°



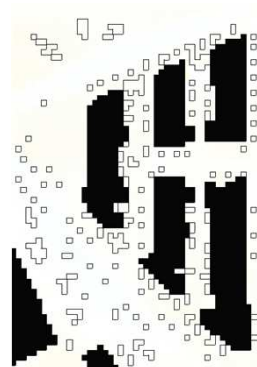
Mín: -0.03°

Máx: +0.42°



Mín: -0.06°

Máx: +1.81°

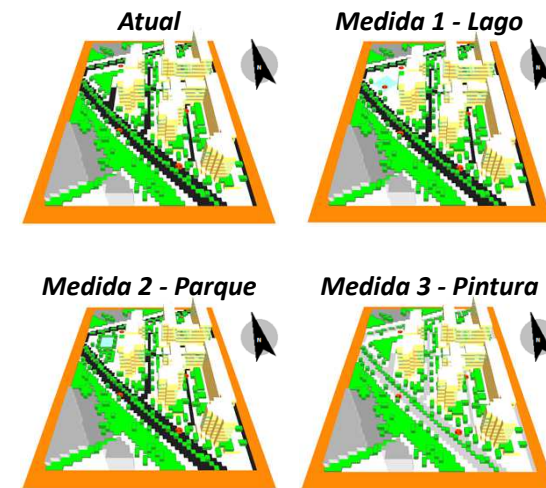


Mín: -0.08°

Máx: +0.13°

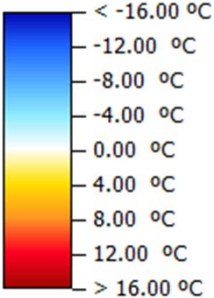
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 04h

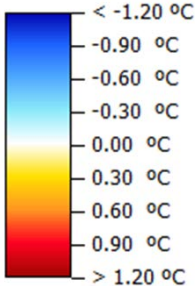


Diferença face ao cenário atual

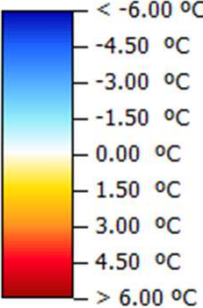
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -6.19°

Máx: +8.07°

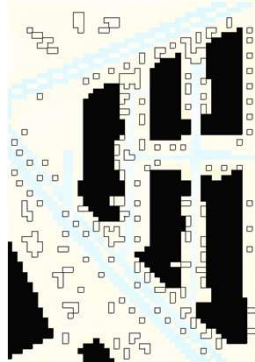
Medida 2 - Parque



Mín: -7.86°

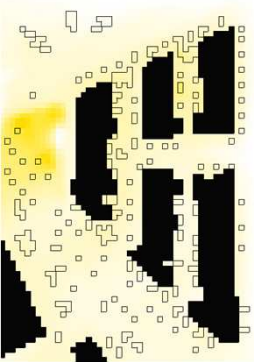
Máx: +8.52°

Medida 3 - Pintura



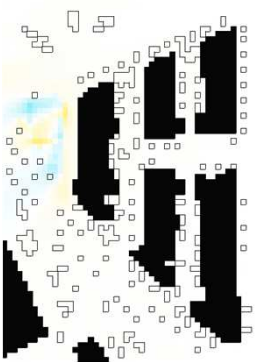
Mín: -1.10°

Máx: +0.57°



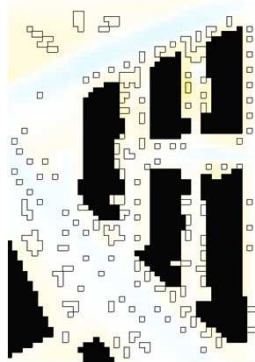
Mín: -0.01°

Máx: +0.33°



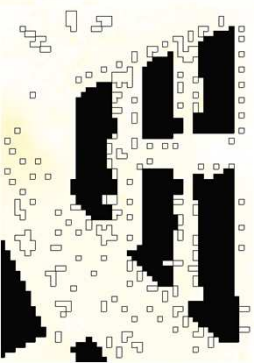
Mín: -0.28°

Máx: +0.15°



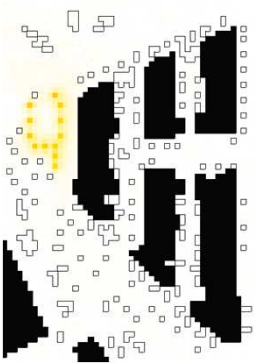
Mín: -0.06°

Máx: +0.14°



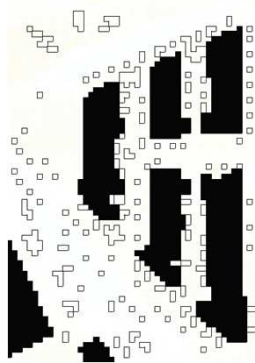
Mín: -0.07°

Máx: +0.32°



Mín: -0.03°

Máx: +1.90°

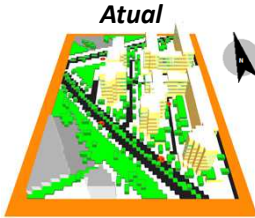


Mín: -0.10°

Máx: +0.11°

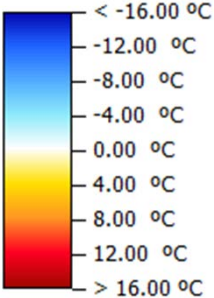
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 05h

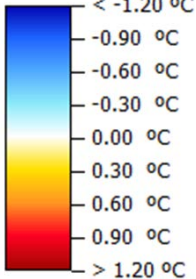


Diferença face ao cenário atual

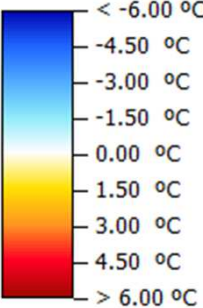
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



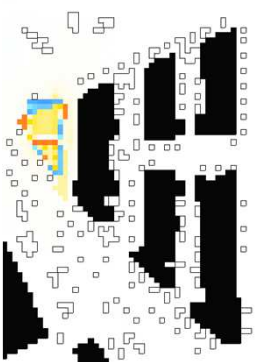
Medida 1 - Lago



Mín: -5.99°

Máx: +8.74°

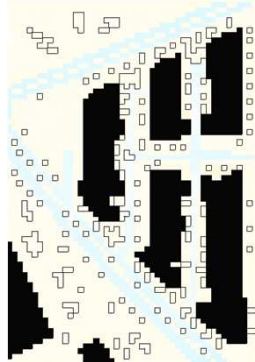
Medida 2 - Parque



Mín: -8.46°

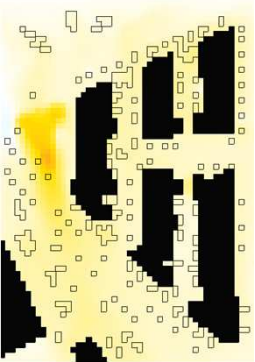
Máx: +8.87°

Medida 3 - Pintura



Mín: -1.20°

Máx: +0.51°



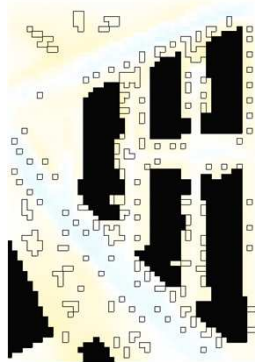
Mín: -0.04°

Máx: +0.50°



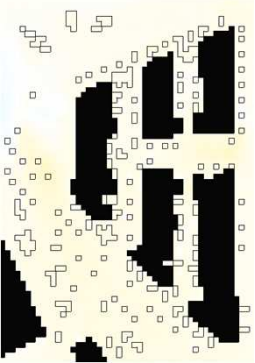
Mín: -0.33°

Máx: +0.18°



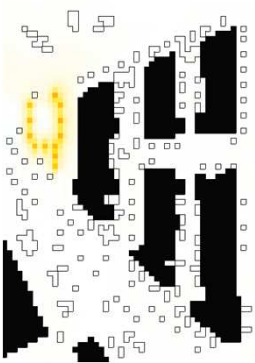
Mín: -0.06°

Máx: +0.08°



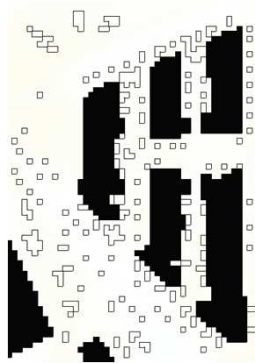
Mín: -0.16°

Máx: +0.32°



Mín: -0.08°

Máx: +2.40°

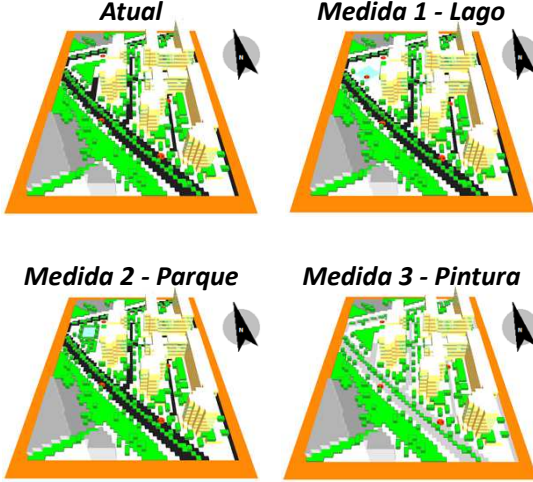


Mín: -0.07°

Máx: +0.10°

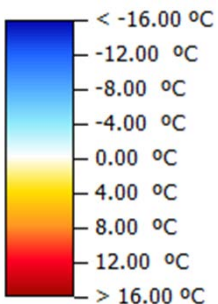
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 06h

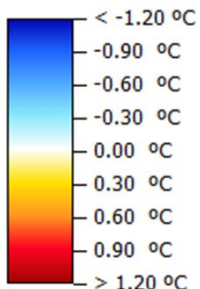


Diferença face ao cenário atual

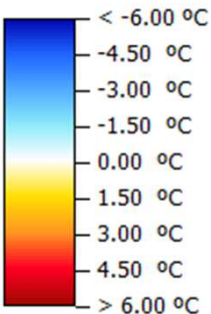
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



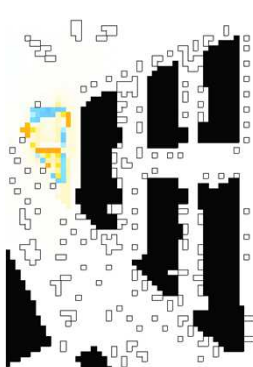
Medida 1 - Lago



Mín: -5.67°

Máx: +6.52°

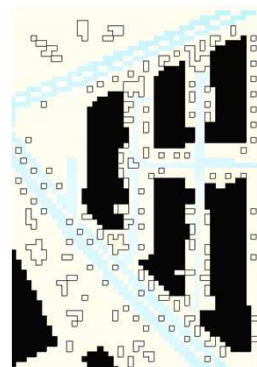
Medida 2 - Parque



Mín: -6.31°

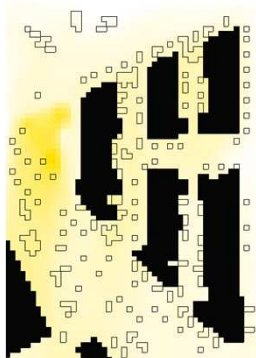
Máx: +6.98°

Medida 3 - Pintura



Mín: -2.02°

Máx: +0.51°



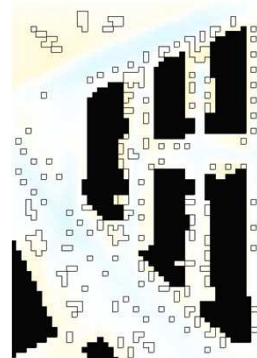
Mín: -0.00°

Máx: +0.32°



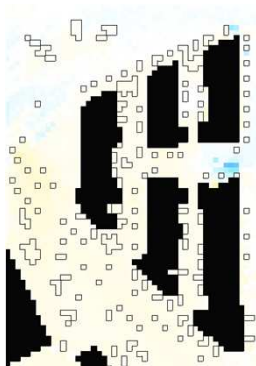
Mín: -0.18°

Máx: +0.15°



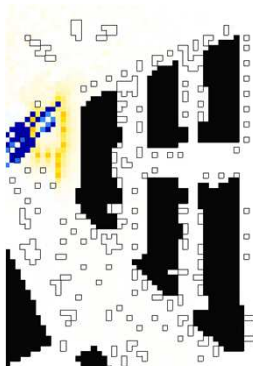
Mín: -0.08°

Máx: +0.06°



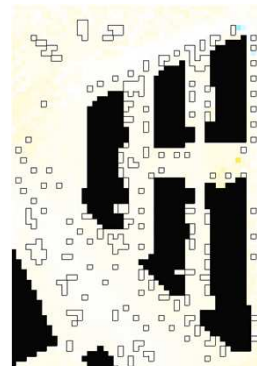
Mín: -2.40°

Máx: +0.40°



Mín: -24.82°

Máx: +2.04°

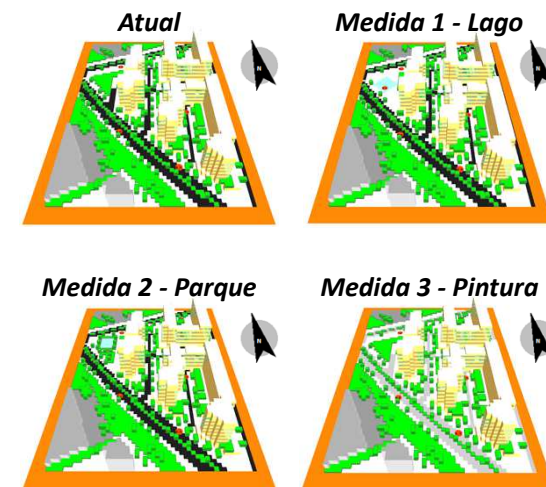


Mín: -1.20°

Máx: +1.00°

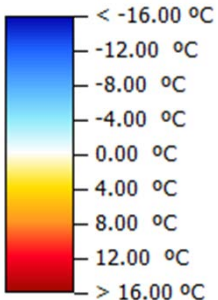
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 07h

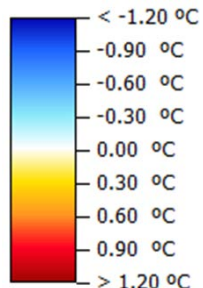


Diferença face ao cenário atual

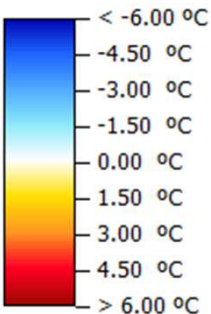
Temperatura Superfície (no solo)



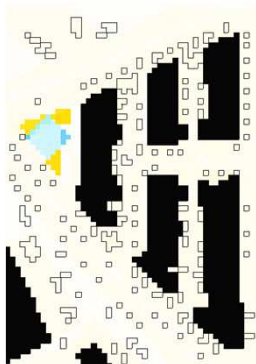
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



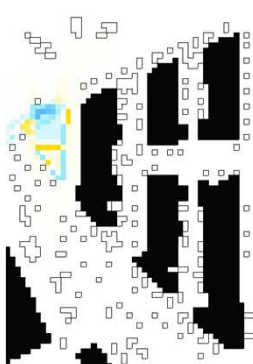
Medida 1 - Lago



Mín: -5.91°

Máx: +4.49°

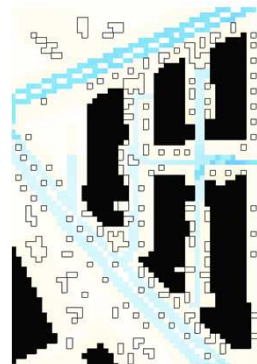
Medida 2 - Parque



Mín: -7.18°

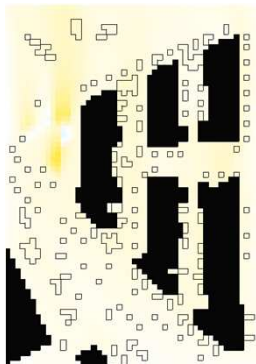
Máx: +4.63°

Medida 3 - Pintura



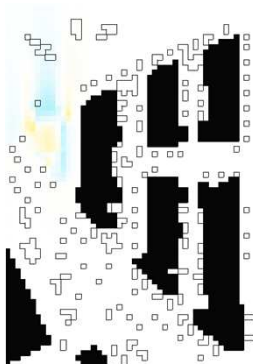
Mín: -5.49°

Máx: +0.54°



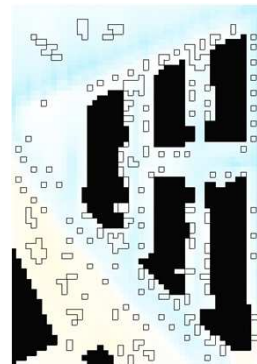
Mín: -0.05°

Máx: +0.22°



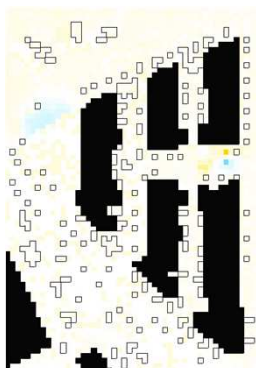
Mín: -0.20°

Máx: +0.11°



Mín: -0.23°

Máx: +0.04°



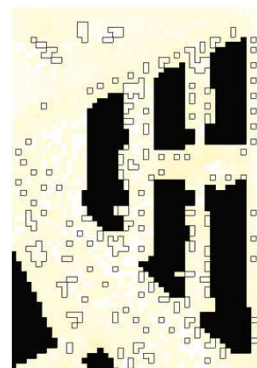
Mín: -1.90°

Máx: +1.69°



Mín: -18.71°

Máx: +4.44°

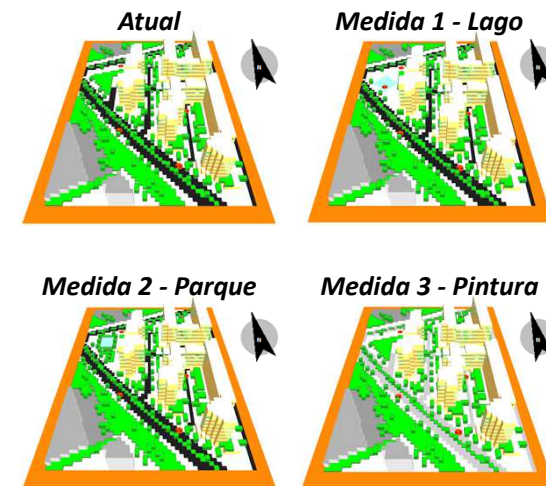


Mín: -0.10°

Máx: +0.41°

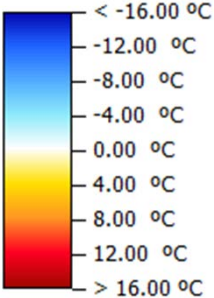
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 08h

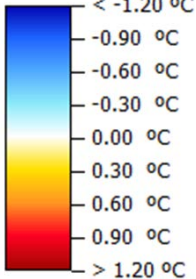


Diferença face ao cenário atual

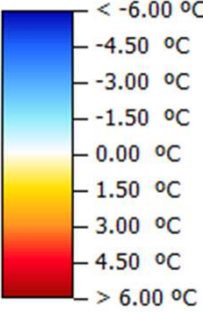
Temperatura Superfície (no solo)



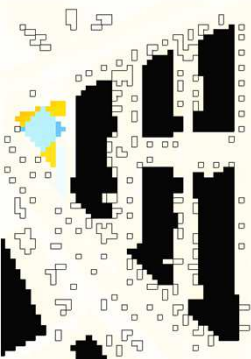
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -6.17°

Máx: +5.32°

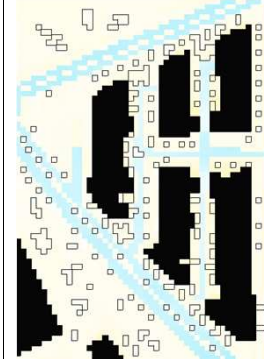
Medida 2 - Parque



Mín: -7.71°

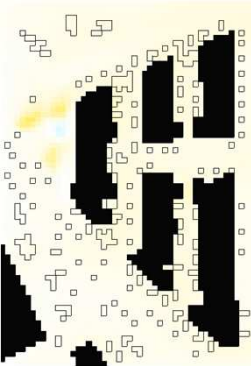
Máx: +5.07°

Medida 3 - Pintura



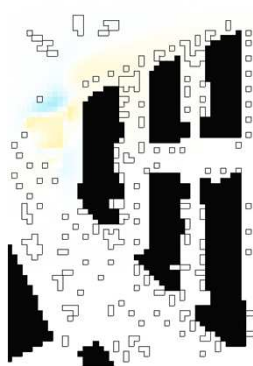
Mín: -2.56°

Máx: +0.90°



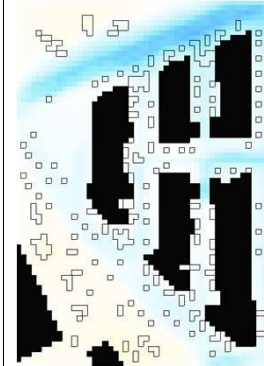
Mín: -0.08°

Máx: +0.18°



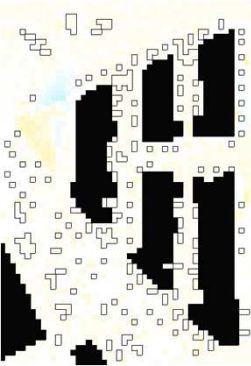
Mín: -0.21°

Máx: +0.10°



Mín: -0.50°

Máx: +0.04°



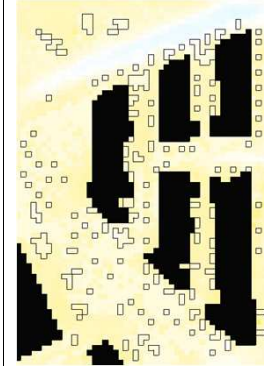
Mín: -0.70°

Máx: +0.40°



Mín: -15.80°

Máx: +2.73°

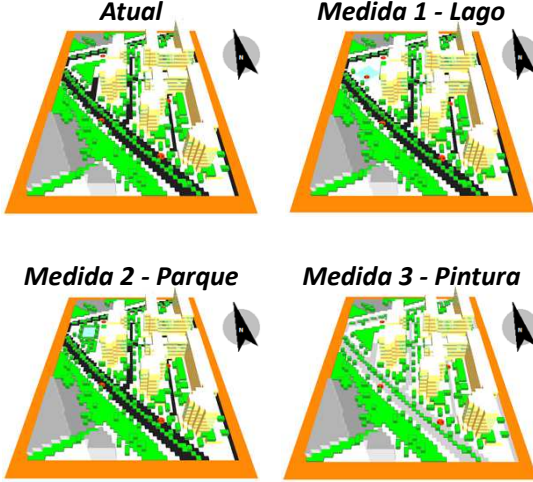


Mín: -0.33°

Máx: +0.85°

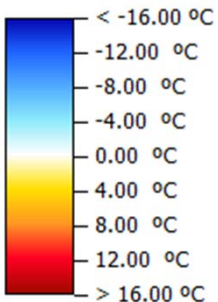
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 09h

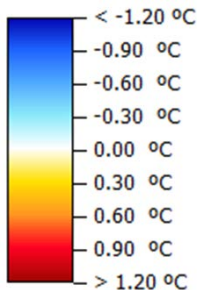


Diferença face ao cenário atual

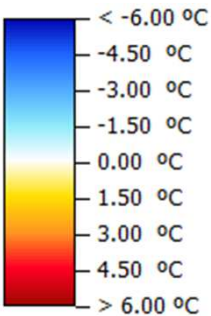
Temperatura Superfície (no solo)



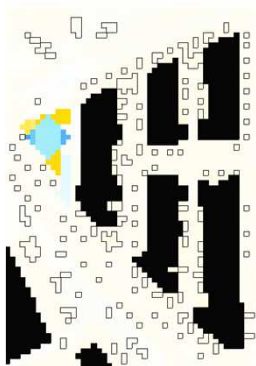
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín:
-8.46°

Máx:
+4.50°

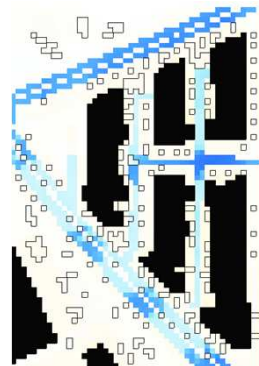
Medida 2 - Parque



Mín:
-8.35°

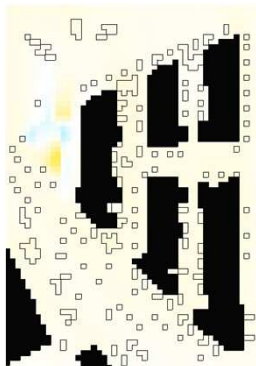
Máx:
+4.58°

Medida 3 - Pintura



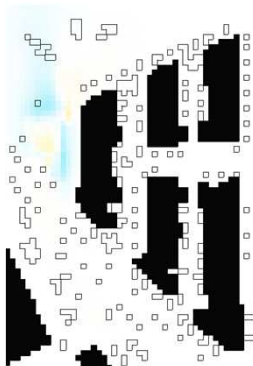
Mín:
-10,60°

Máx:
+0,60°



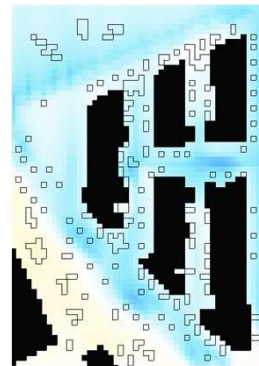
Mín:
-0.16°

Máx:
+0.19°



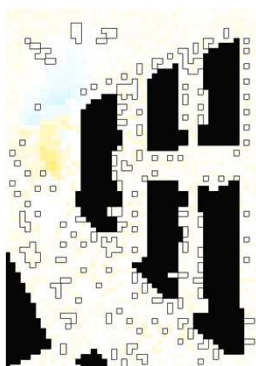
Mín:
-0.23°

Máx:
+0.08°



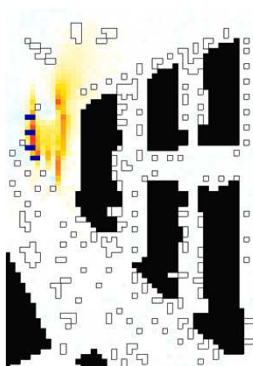
Mín:
-0.52°

Máx:
+0.06°



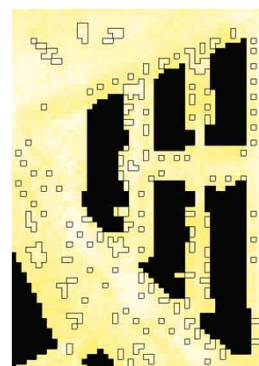
Mín:
-0.52°

Máx:
+0.80°



Mín:
-14.20°

Máx:
+3.99°

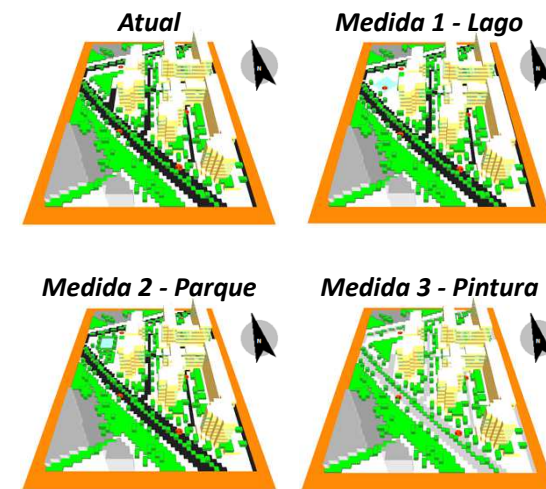


Mín:
+0.00°

Máx:
+0.84°

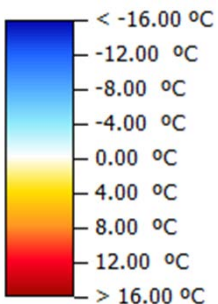
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 10h

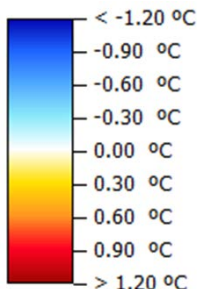


Diferença face ao cenário atual

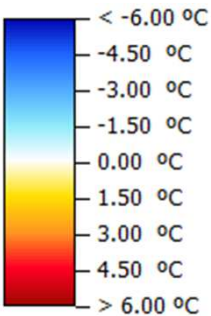
Temperatura Superfície (no solo)



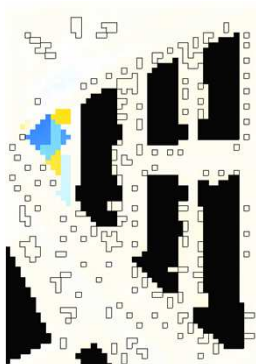
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -9.74°

Máx: +3.62°

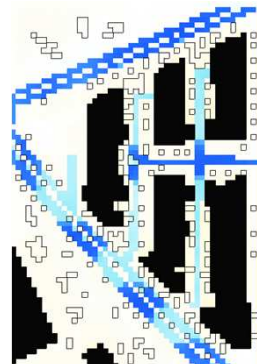
Medida 2 - Parque



Mín: -8.98°

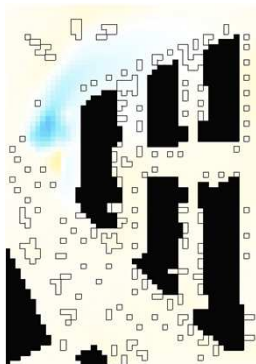
Máx: +4.19°

Medida 3 - Pintura



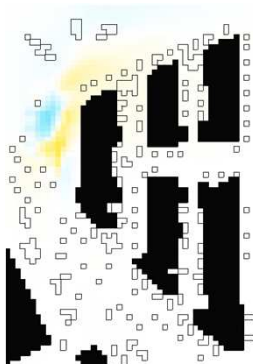
Mín: -12.33°

Máx: +0.64°



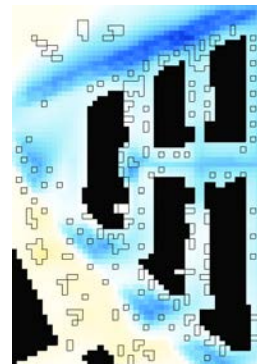
Mín: -0.46°

Máx: +0.09°



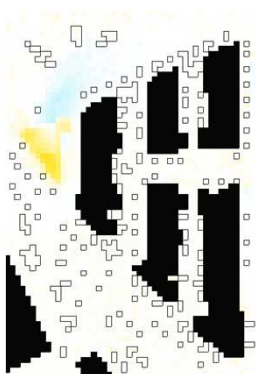
Mín: -0.33°

Máx: +0.20°



Mín: -1.01°

Máx: +0.12°



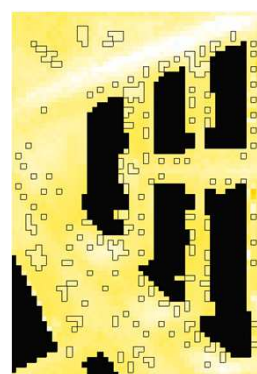
Mín: -0.79°

Máx: +1.24°



Mín: -11.27°

Máx: +2.93°

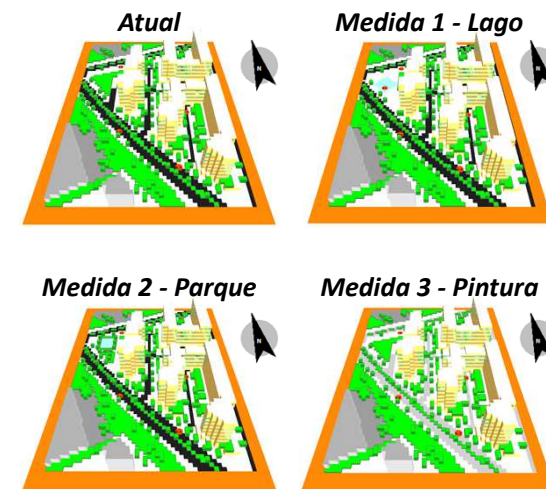


Mín: -0.12°

Máx: +1.80°

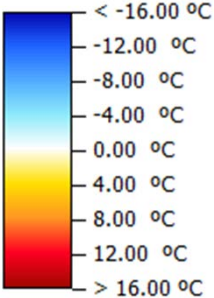
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 11h

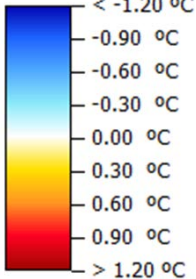


Diferença face ao cenário atual

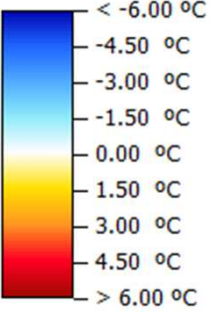
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

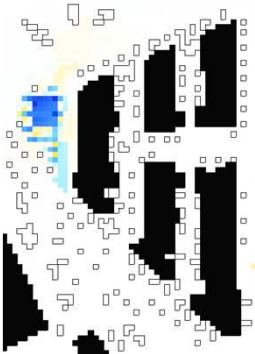


Medida 1 - Lago



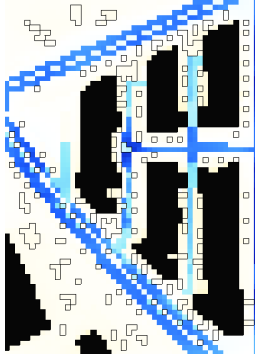
Mín: -12.77°
Máx: +2.26°

Medida 2 - Parque

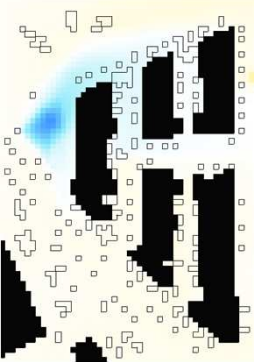


Mín: -13.52°
Máx: +2.68°

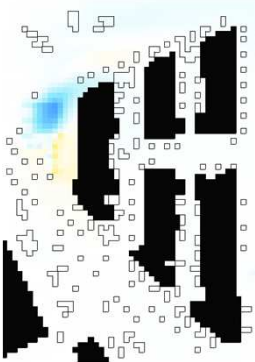
Medida 3 - Pintura



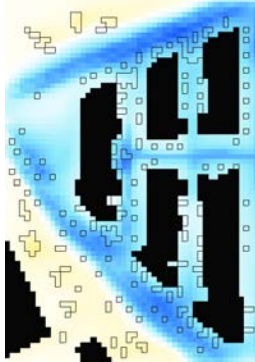
Mín: -15.10°
Máx: +0.69°



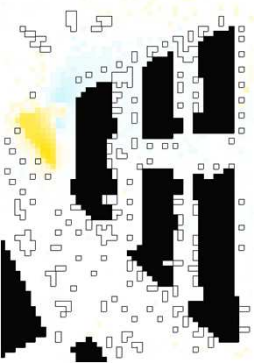
Mín: -0.67°
Máx: +0.10°



Mín: -0.61°
Máx: +0.14°



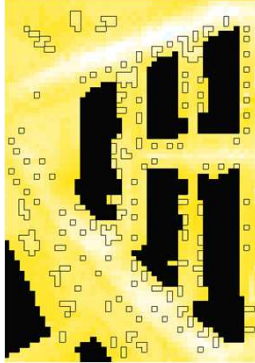
Mín: -0.91°
Máx: +0.13°



Mín: -0.60°
Máx: +1.40°



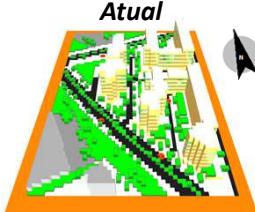
Mín: -9.59°
Máx: +2.61°



Mín: -0.20°
Máx: +1.80°

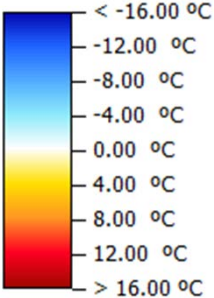
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 12h

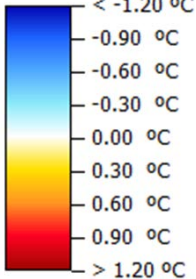


Diferença face ao cenário atual

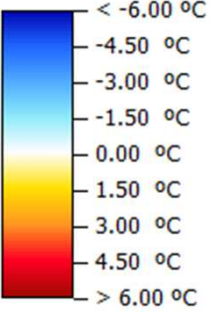
Temperatura Superfície (no solo)



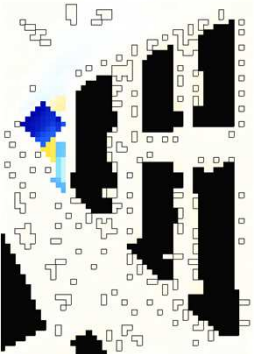
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



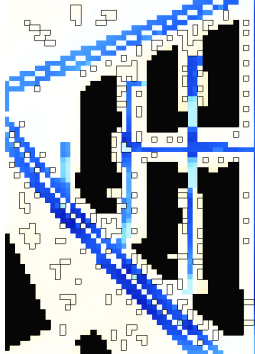
Mín: -16.65°
Máx: +3.03°

Medida 2 - Parque

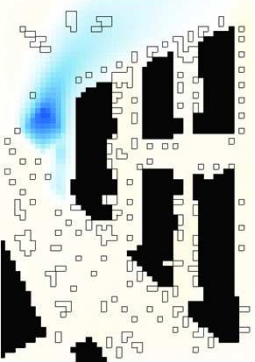


Mín: -15.95°
Máx: +3.27°

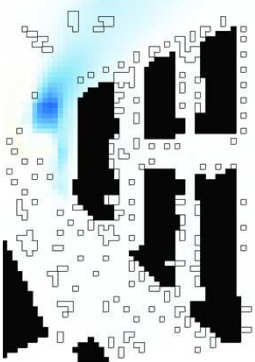
Medida 3 - Pintura



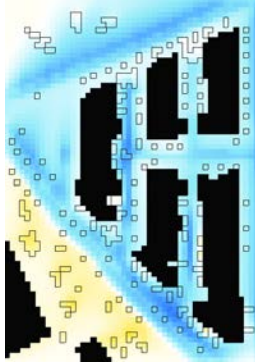
Mín: -14.88°
Máx: +0.76°



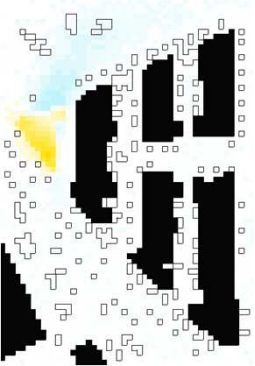
Mín: -0.90°
Máx: +0.03°



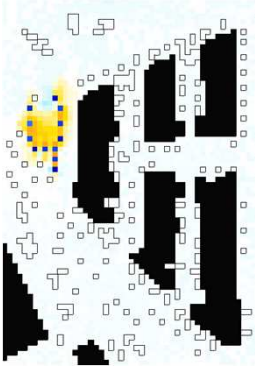
Mín: -0.84°
Máx: +0.02°



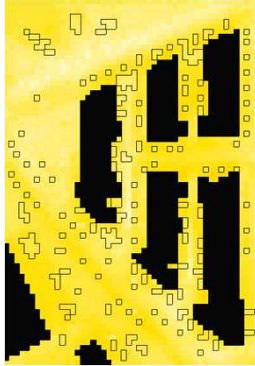
Mín: -0.79°
Máx: +0.23°



Mín: -0.80°
Máx: +1.60°



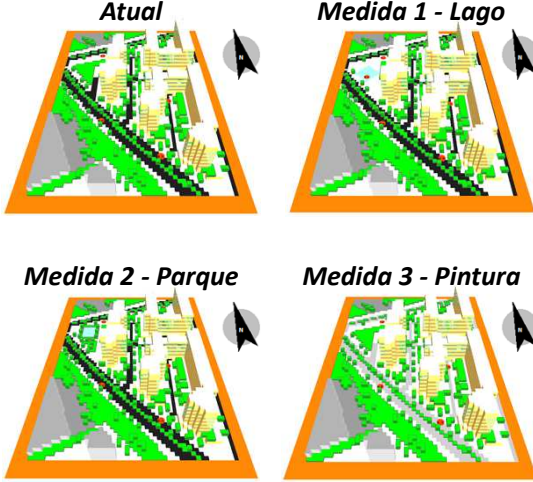
Mín: -5.91°
Máx: +2.81°



Mín: +0.40°
Máx: +1.81°

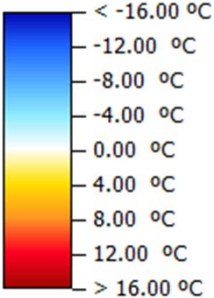
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 13h

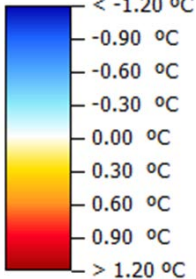


Diferença face ao cenário atual

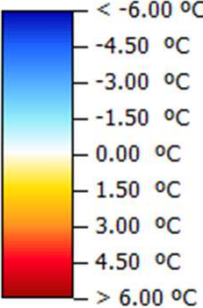
Temperatura Superfície (no solo)



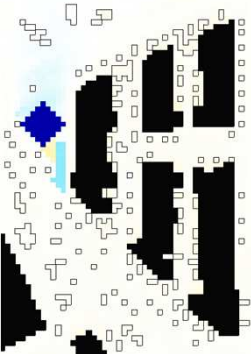
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



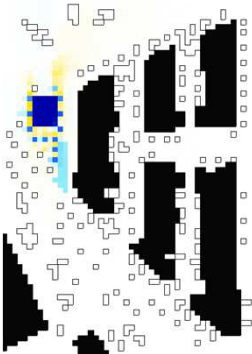
Medida 1 - Lago



Mín: -18.47°

Máx: +1.27°

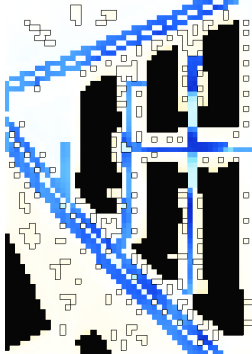
Medida 2 - Parque



Mín: -18.06°

Máx: +4.07°

Medida 3 - Pintura

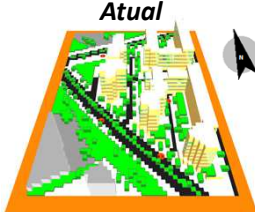


Mín: -14.31°

Máx: +0.83°

Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 14h



Mín: -1.27°

Máx: +0.02°

Mín: -1.05°

Máx: +0.05°

Mín: -0.95°

Máx: +0.22°

Mín: -1.80°

Máx: +1.00°

Mín: -5.05°

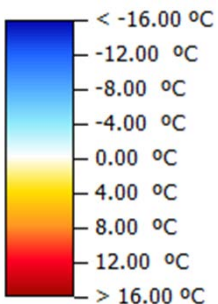
Máx: +3.52°

Mín: +0.00°

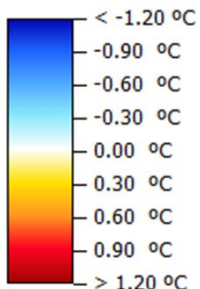
Máx: +2.63°

Diferença face ao cenário atual

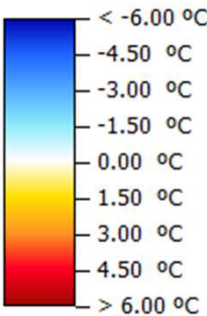
Temperatura Superfície (no solo)



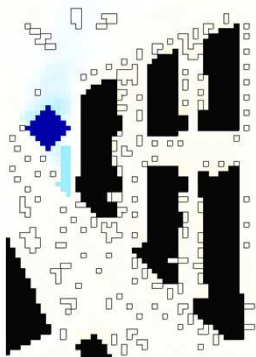
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -19.40°

Máx: +0.51°

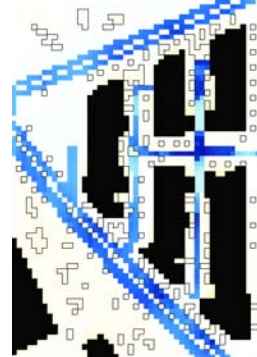
Medida 2 - Parque



Mín: -18.46°

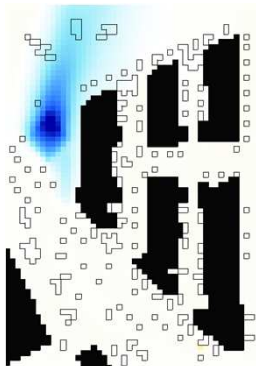
Máx: +4.28°

Medida 3 - Pintura



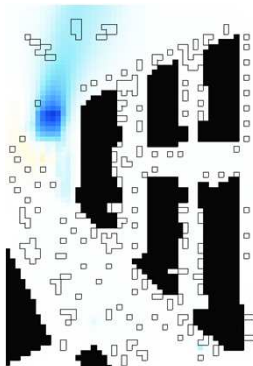
Mín: -15.11°

Máx: +0.87°



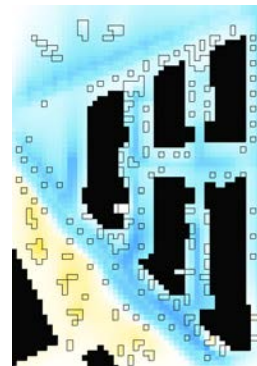
Mín: -1.31°

Máx: +0.09°



Mín: -1.00°

Máx: +0.06°



Mín: -0.59°

Máx: +0.21°



Mín: -1.80°

Máx: +1.00°



Mín: -6.19°

Máx: +3.39°

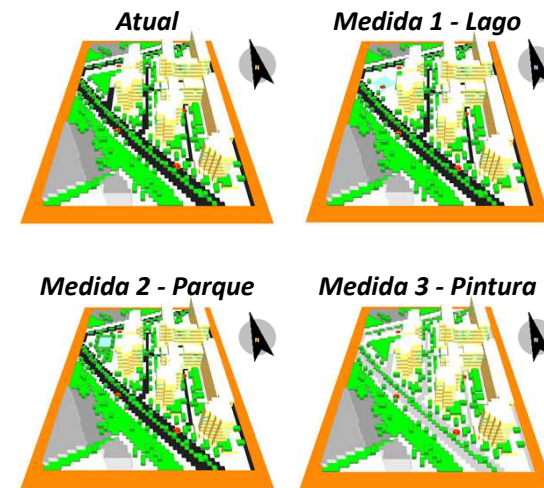


Mín: +0.20°

Máx: +1.65°

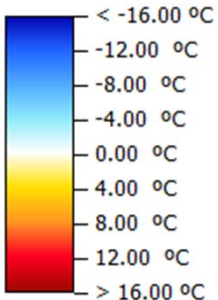
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 15h

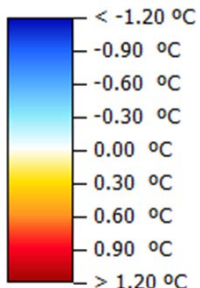


Diferença face ao cenário atual

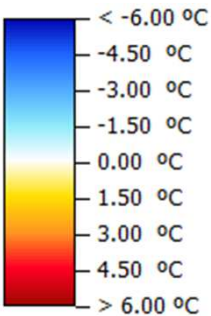
Temperatura Superfície (no solo)



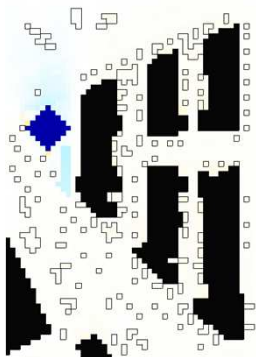
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



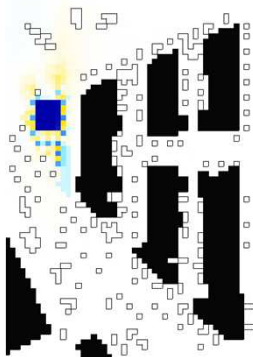
Medida 1 - Lago



Mín: -17.52°

Máx: +1.36°

Medida 2 - Parque



Mín: -18.00°

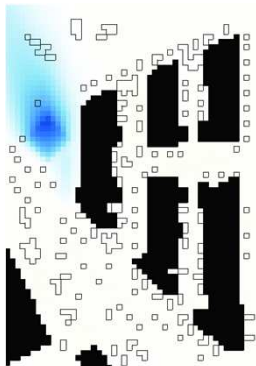
Máx: +4.52°

Medida 3 - Pintura



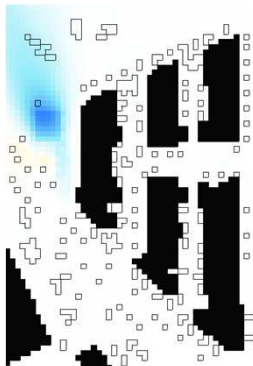
Mín: -11.98°

Máx: +0.87°



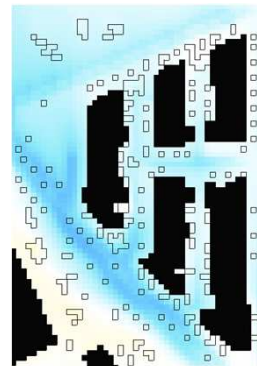
Mín: -0.96°

Máx: +0.01°



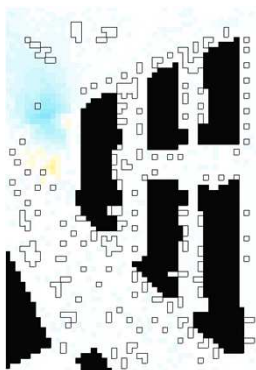
Mín: -0.76°

Máx: +0.04°



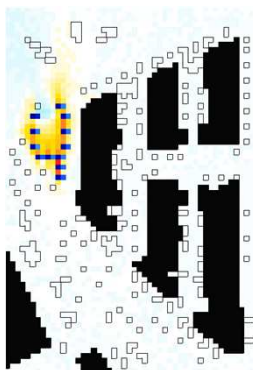
Mín: -0.51°

Máx: +0.06°



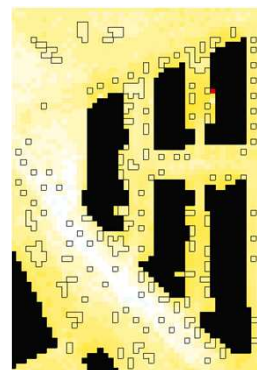
Mín: -1.60°

Máx: +0.60°



Mín: -7.62°

Máx: +4.17°

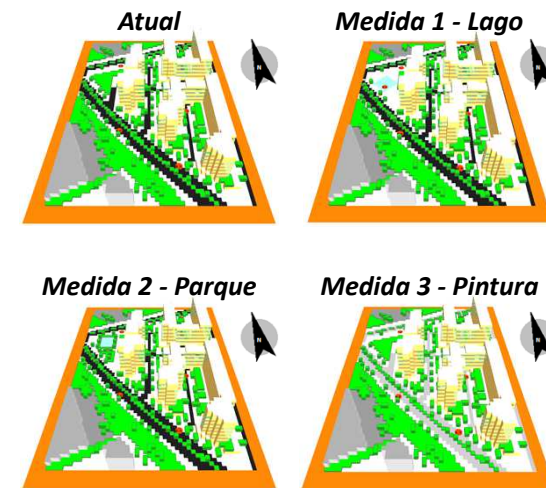


Mín: -0.20°

Máx: +5.07°

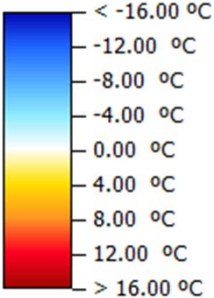
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 16h

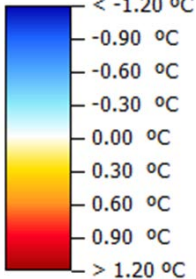


Diferença face ao cenário atual

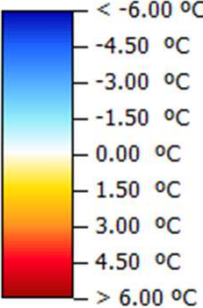
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



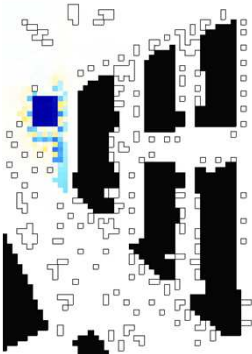
Medida 1 - Lago



Mín: -16.40°

Máx: +1.39°

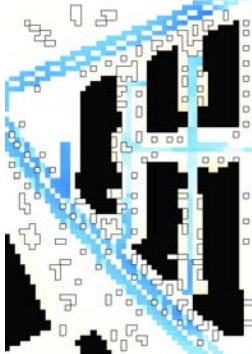
Medida 2 - Parque



Mín: -17.66°

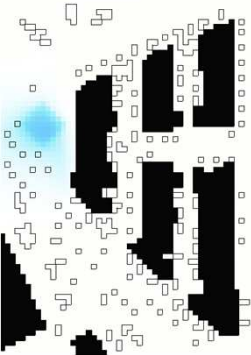
Máx: +2.12°

Medida 3 - Pintura



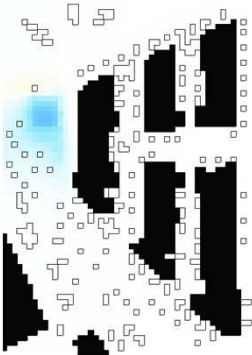
Mín: -9.78°

Máx: +0.85°



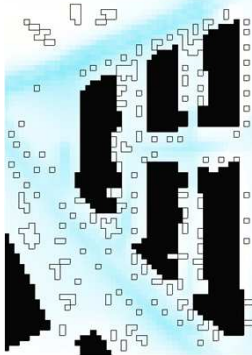
Mín: -0.44°

Máx: +0.01°



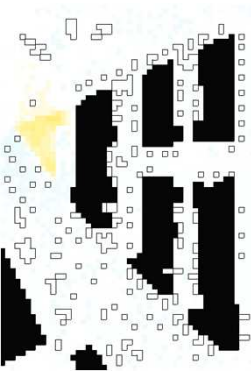
Mín: -0.48°

Máx: +0.02°



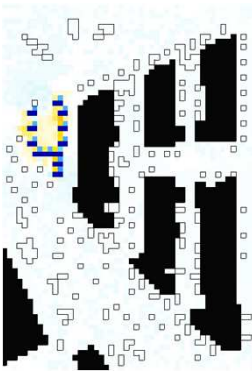
Mín: -0.28°

Máx: +0.01°



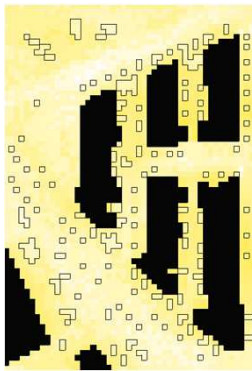
Mín: -0.21°

Máx: +0.80°



Mín: -10.08°

Máx: +2.17°

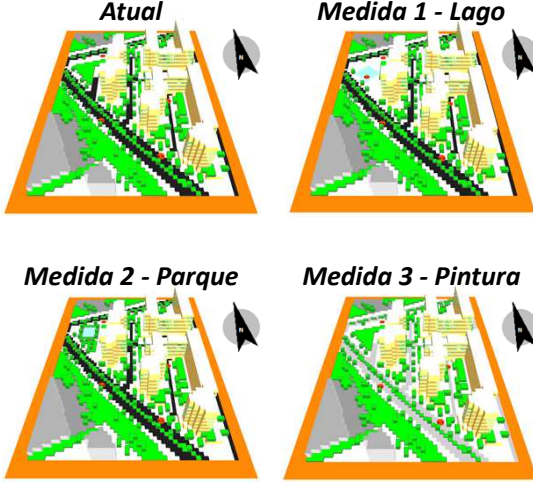


Mín: +0.00°

Máx: +1.02°

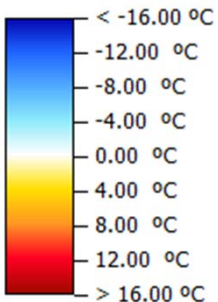
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 17h

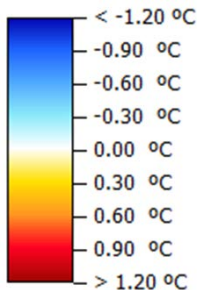


Diferença face ao cenário atual

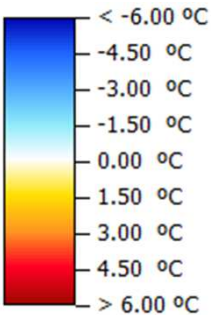
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



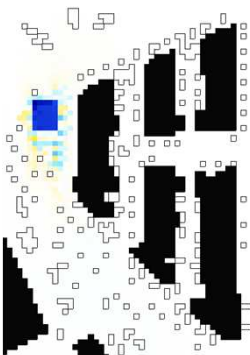
Medida 1 - Lago



Mín: -15.08°

Máx: +1.53°

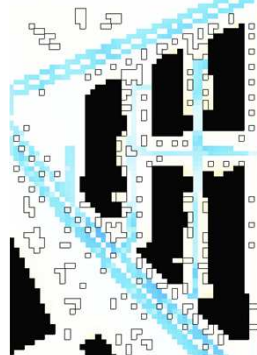
Medida 2 - Parque



Mín: -16.13°

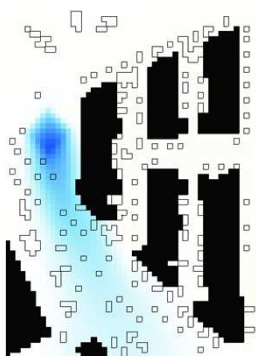
Máx: +2.96°

Medida 3 - Pintura



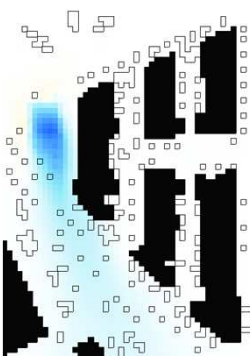
Mín: -6.82°

Máx: +0.81°



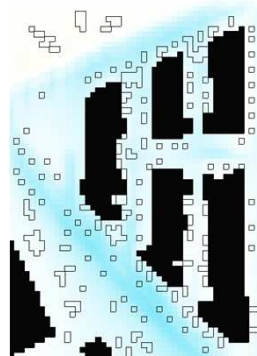
Mín: -0.92°

Máx: +0.01°



Mín: -0.85°

Máx: +0.03°



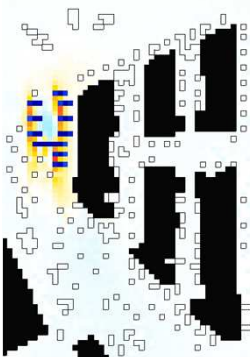
Mín: -0.32°

Máx: +0.01°



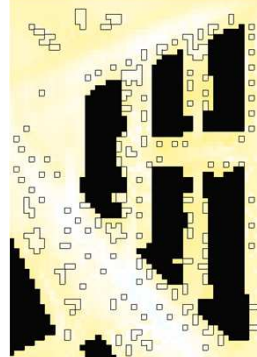
Mín: -2.48°

Máx: +0.10°



Mín: -9.32°

Máx: +3.87°

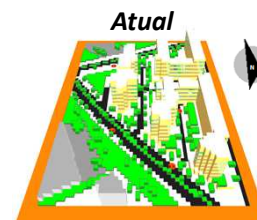


Mín: -0.16°

Máx: +0.67°

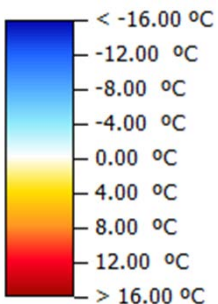
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 18h

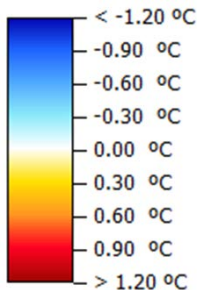


Diferença face ao cenário atual

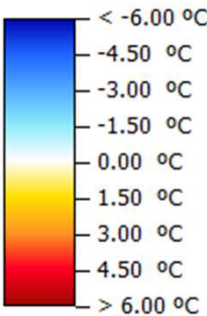
Temperatura Superfície (no solo)



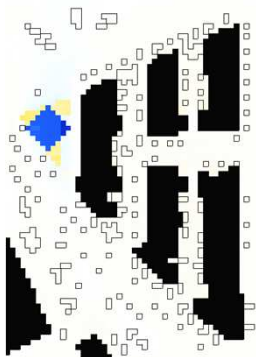
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -14.09°

Máx: +2.41°

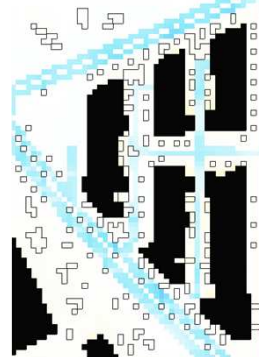
Medida 2 - Parque



Mín: -14.70°

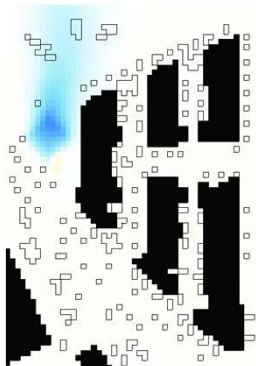
Máx: +3.56°

Medida 3 - Pintura



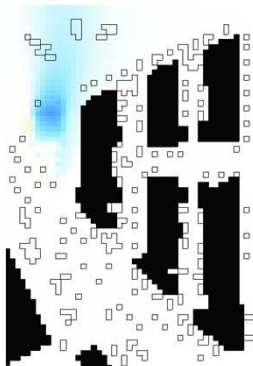
Mín: -5.57°

Máx: +0.74°



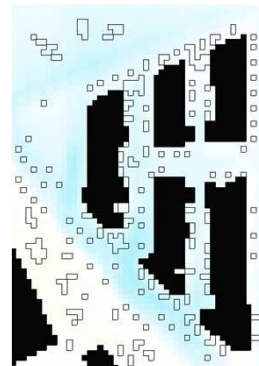
Mín: -0.69°

Máx: +0.04°



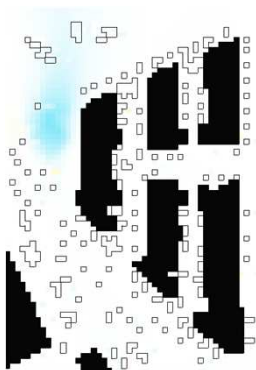
Mín: -0.62°

Máx: +0.05°



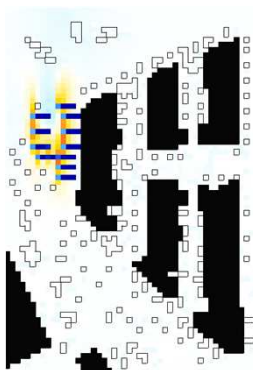
Mín: -0.22°

Máx: +0.02°



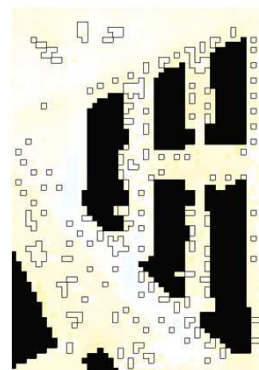
Mín: -1.58°

Máx: +0.20°



Mín: -7.50°

Máx: +3.34°

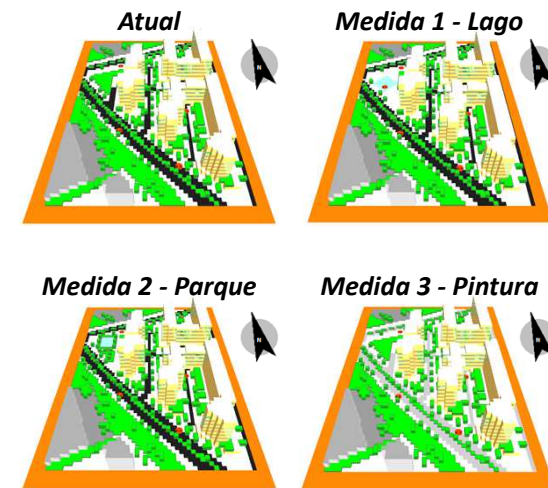


Mín: -0.20°

Máx: +0.40°

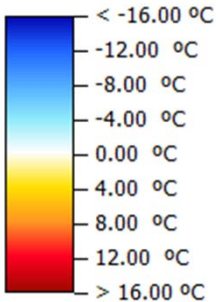
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 19h

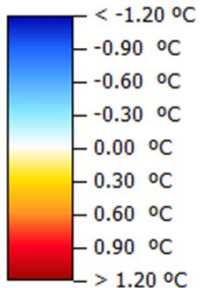


Diferença face ao cenário atual

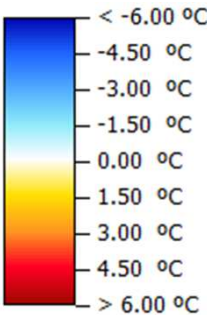
Temperatura Superfície (no solo)



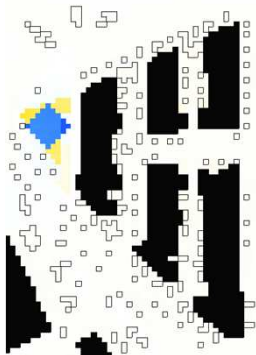
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -12.23°

Máx: +3.32°

Medida 2 - Parque



Mín: -12.65°

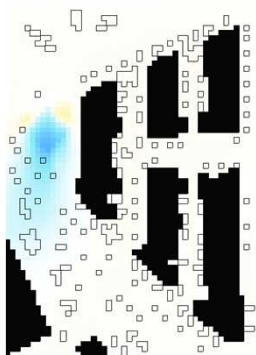
Máx: +3.90°

Medida 3 - Pintura



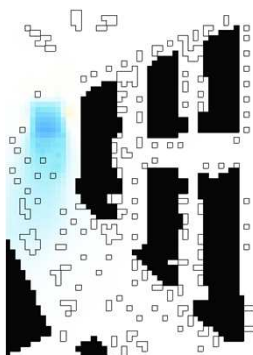
Mín: -3.03°

Máx: +0.63°



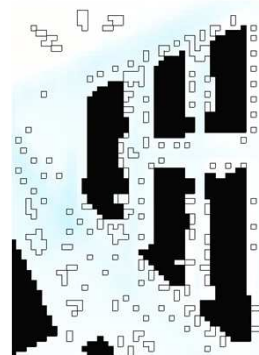
Mín: -0.54°

Máx: +0.09°



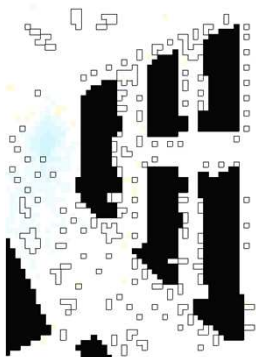
Mín: -0.54°

Máx: +0.05°



Mín: -0.12°

Máx: +0.01°



Mín: -0.60°

Máx: +0.20°



Mín: -0.40°

Máx: +1.80°

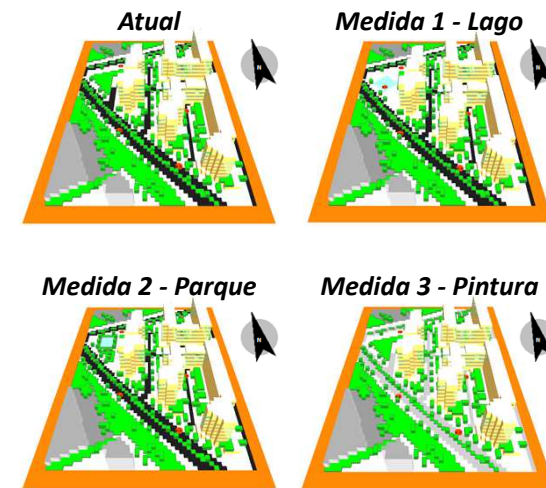


Mín: -0.20°

Máx: +0.20°

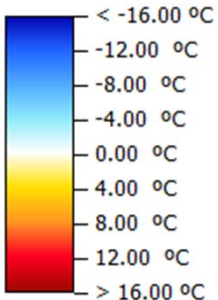
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 20h

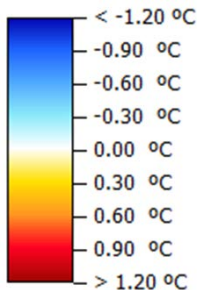


Diferença face ao cenário atual

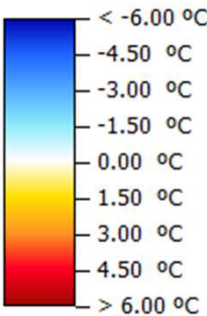
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -10.11°

Máx: +2.49°

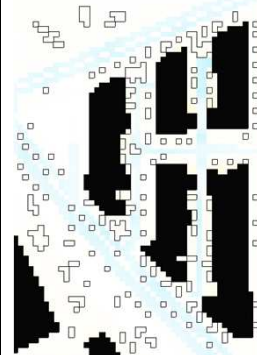
Medida 2 - Parque



Mín: -10.48°

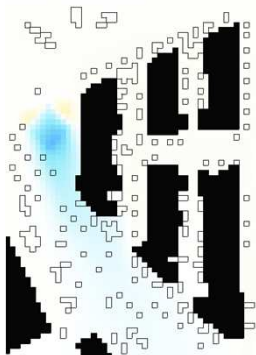
Máx: +3.41°

Medida 3 - Pintura



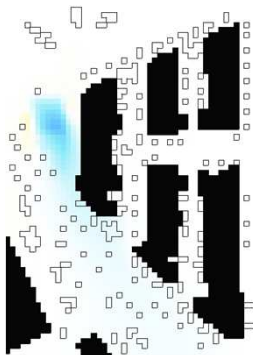
Mín: -1.96°

Máx: +0.54°



Mín: -0.51°

Máx: +0.08°



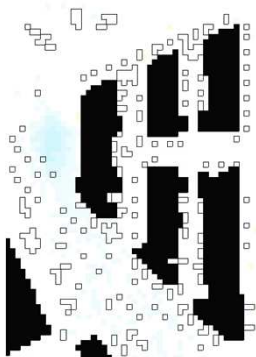
Mín: -0.50°

Máx: +0.06°



Mín: -0.07°

Máx: +0.01°



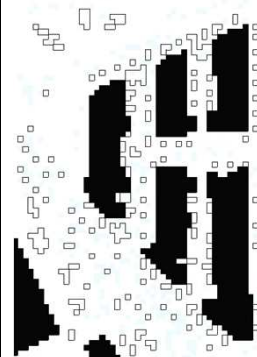
Mín: -0.60°

Máx: +0.20°



Mín: -0.40°

Máx: +1.80°

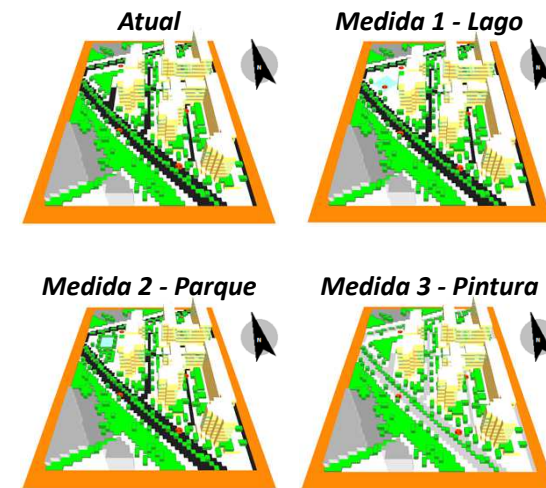


Mín: -0.20°

Máx: +0.01°

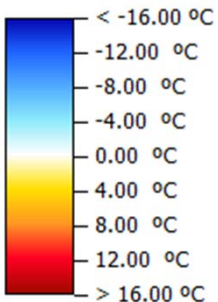
Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 21h

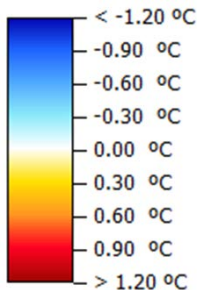


Diferença face ao cenário atual

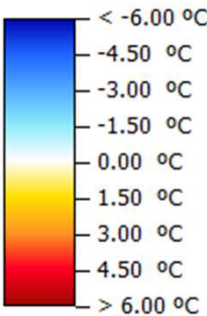
Temperatura Superfície (no solo)



Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -8.54°

Máx: +2.00°

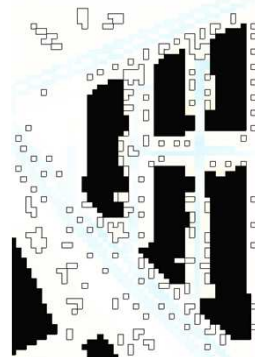
Medida 2 - Parque



Mín: -8.83°

Máx: +2.99°

Medida 3 - Pintura



Mín: -1.54°

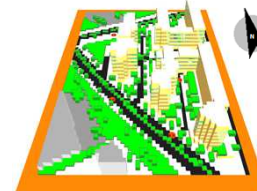
Máx: +0.46°

Dia: Onda Calor (22/07)

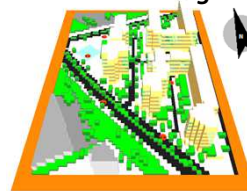
Hora: 22h



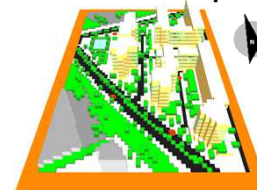
Atual



Medida 1 - Lago



Medida 2 - Parque



Medida 3 - Pintura



Mín: -0.42°

Máx: +0.07°

Mín: -0.41°

Máx: +0.05°

Mín: -0.04°

Máx: +0.01°

Mín: -0.60°

Máx: +0.20°

Mín: -0.20°

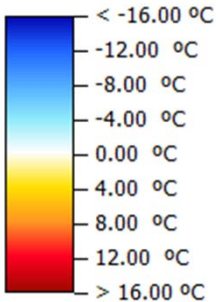
Máx: +1.60°

Mín: -0.20°

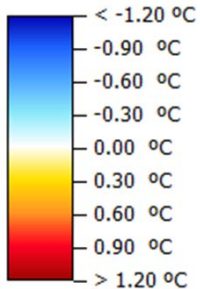
Máx: +0.00°

Diferença face ao cenário atual

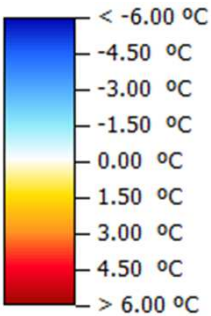
Temperatura Superfície (no solo)



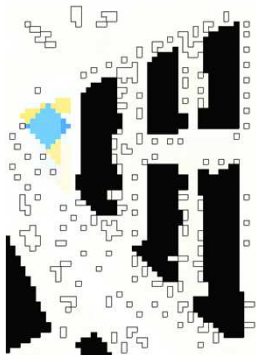
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -7.57°

Máx: +2.22°

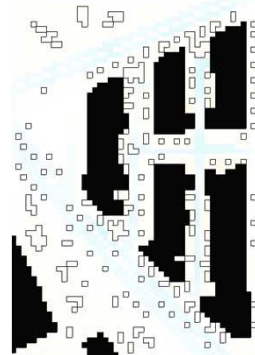
Medida 2 - Parque



Mín: -7.83°

Máx: +3.23°

Medida 3 - Pintura



Mín: -1.22°

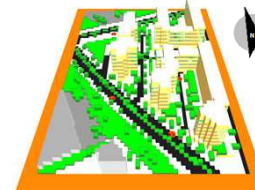
Máx: +0.40°

Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 23h



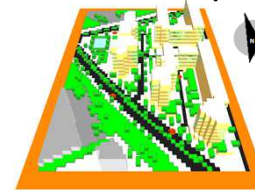
Atual



Medida 1 - Lago



Medida 2 - Parque



Medida 3 - Pintura



Mín: -0.33°

Máx: +0.07°

Mín: -0.32°

Máx: +0.05°

Mín: -0.03°

Máx: +0.01°

Mín: -0.60°

Máx: +0.20°

Mín: -0.20°

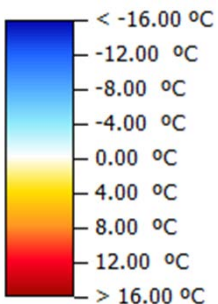
Máx: +1.80°

Mín: -0.20°

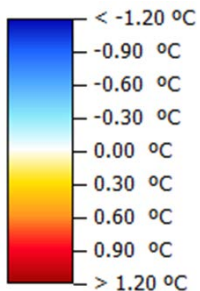
Máx: +0.00°

Diferença face ao cenário atual

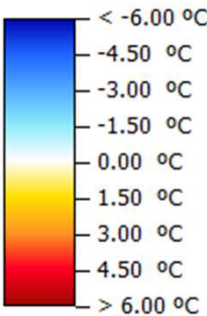
Temperatura Superfície (no solo)



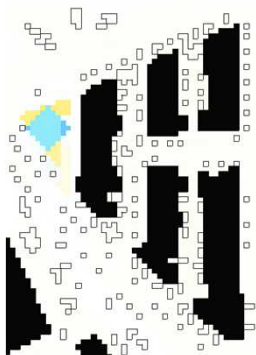
Temperatura Ar (a 1.5m)



Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)



Medida 1 - Lago



Mín: -5.97°

Máx: +2.29°

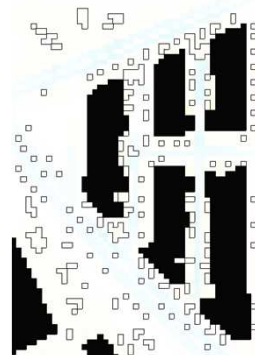
Medida 2 - Parque



Mín: -6.34°

Máx: +3.16°

Medida 3 - Pintura



Mín: -0.91°

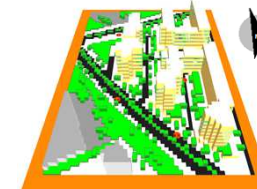
Máx: +0.37°

Dia: Onda Calor (22/07)

Hora: 24h



Atual



Medida 1 - Lago



Medida 2 - Parque



Medida 3 - Pintura



Mín: -0.40°

Máx: +0.20°

Mín: -0.20°

Máx: +2.00°

Mín: -0.20°

Máx: +0.20°